

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

ESCUELA DE POSGRADO

SECCIÓN DE CIENCIAS AGRARIAS



PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS AGRARIAS

**CAMBIO CLIMÁTICO Y SU EFECTO EN LA DIVERSIDAD
DE ESPECIES VEGETALES Y PRODUCTIVIDAD DE
SUELOS, EN LA MICROCUENCA LOS MOLINOS,
MONTERO - AYABACA.**

TESIS

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN
CIENCIAS AGRARIAS**

Ing. RICARDO ANTONIO PEÑA CASTILLO

PIURA – PERÚ

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

ESCUELA DE POSGRADO

SECCIÓN DE CIENCIAS AGRARIAS



PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS AGRARIAS

PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS AGRARIAS

CAMBIO CLIMÁTICO Y SU EFECTO EN LA

DIVERSIDAD DE

TESIS

PRODUCTIVIDAD DE SUELOS, EN LA MICROCUENCA

CAMBIO CLIMÁTICO Y SU EFECTO EN LA

DIVERSIDAD DE ESPECIES VEGETALES Y

PRODUCTIVIDAD DE SUELOS, EN LA MICROCUENCA

LOS MOLINOS, MONTERO - AYABACA.

LOS SUSCRITOS DECLARAMOS QUE EL PRESENTE TRABAJO DE

TESIS ES ORIGINAL EN SU CONTENIDO Y FORMA:

Ing. RICARDO A. PEÑA CASTILLO
EJECUTOR

Dr. MARIANO CALERO MERINO
ASESOR

PIURA – PERÚ
2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

ESCUELA DE POSGRADO

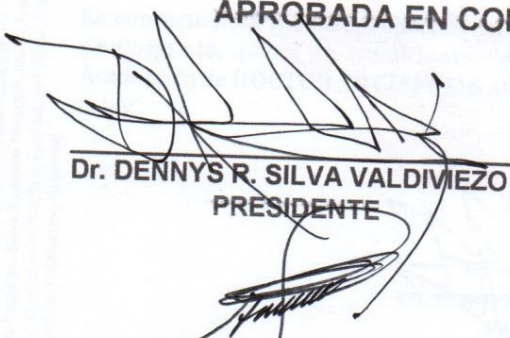
SECCIÓN DE CIENCIAS AGRARIAS




PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS AGRARIAS

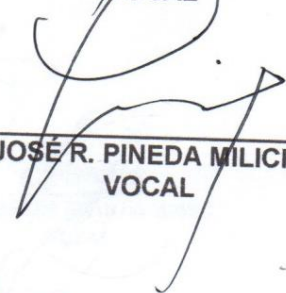
**CAMBIO CLIMÁTICO Y SU EFECTO EN LA
DIVERSIDAD DE ESPECIES VEGETALES Y
PRODUCTIVIDAD DE SUELOS, EN LA MICROCUENCA
LOS MOLINOS, MONTERO - AYABACA.**

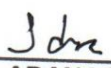
APROBADA EN CONTENIDO Y ESTILO POR:


Dr. DENNYS R. SILVA VALDIVIEZO
PRESIDENTE


Dr. CARLOS GRANDA WONG
VOCAL


Dr. CÉSAR ATOCHE PACHERRES
VOCAL


Dr. JOSÉ R. PINEDA MILICICH
VOCAL


Dr. JUAN G. ADANAQUÉ ZAPATA
SECRETARIO

**PIURA - PERÚ
2017**

Secciones de Maestría: En Ciencias Administrativas, Ciencias del Mar, Ciencias Ambientales, Ciencias Contables y Financieras, Ingeniería Civil, Agricultura Sostenible para la Exportación, Ciencias Económicas, Ciencias de la Salud, Ciencias de la Educación, Matemática, Psicología, Zumos Tropicales, Producción Animal, Arquitectura y Gestión de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones. Secciones de Doctorados: en Ciencias Ambientales, Ciencias Administrativas, Ciencias de la Educación, Ciencias de la Salud, Derecho y Ciencias Políticas, Ciencias Económicas y Financieras, Ciencias Sociales, Arte y Folklor, Ciencias Agrarias, Psicología, Ingeniería Industrial, Matemática Aplicada, Tecnología de la Información y Comunicaciones y en Ciencias Contables y Financieras.

ESCUELA DE POSGRADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DOCTORADO EN CIENCIAS AGRARIAS

Los Miembros del Jurado Calificador que suscriben, reunidos para la sustentación de la Tesis Doctoral, para optar el Grado Académico de Doctor en **CIENCIAS AGRARIAS**. Presentada por:

PEÑA CASTILLO – RICARDO ANTONIO

Con el asesoramiento del DR. MARIANO CALERO MERINO, denominada:

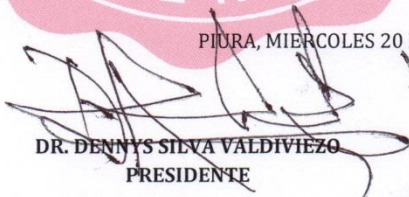
“CAMBIO CLIMÁTICO Y SU EFECTO EN LA DIVERSIDAD DE ESPECIES VEGETALES Y PRODUCTIVIDAD DE SUELOS, EN LA MICROCUENCA LOS MOLINOS, MONTERO - AYABACA”

Oídas las respuestas y absueltas las observaciones formuladas, se declara:

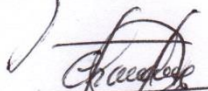
APROBADO				DESAPROBADO
Excelente	Sobresaliente	Bueno	Aceptable	
_____	<u>X</u>	_____	_____	_____


En consecuencia, previa aprobación del Art.º 83, del Reglamento General de la Escuela de Posgrado, queda en condiciones de ser calificado **APTO** para obtener el Grado Académico de **DOCTOR EN CIENCIAS AGRARIAS**. De conformidad con lo estipulado en la ley.

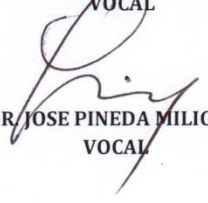
PIURA, MIERCOLES 20 DE DICIEMBRE DEL 2017.


DR. DENNIS SILVA VALDIVIEZO
PRESIDENTE


DR. JUAN ADANAQUE ZAPATA
SECRETARIO


DR. CARLOS GRANDA WONG
VOCAL


DR. CESAR ATOCHE PACHERRES
VOCAL


DR. JOSE PINEDA MILICICH
VOCAL

DEDICATORIA

A nuestro señor **JESUCRISTO**, por protegerme y brindarme sabiduría para lograr mis objetivos.

A mis padres, **FEDICIO, ARCELIA y MARÍA**, fuentes de mi inspiración.

A mi esposa **LUCILA**, mis hijos **LUCY y CHRISTIAN**, razones de mi superación.

AGRADECIMIENTO

Al Dr. **MARIANO CALERO MERINO**, asesor del trabajo de tesis, por la dedicación y apoyo incondicional.

Al Ing. **JOSÉ REMIGIO ARGÜELLO MSc.**, por su apoyo en la fase de gabinete.

Al Ing. **MIGUEL A. GALECIO JULCA MSc.**, quién contribuyó en la fase de campo.

Al Ing. **CLEYDER LIVIAPOMA YANAYACO**, colaborador en el desarrollo del presente trabajo.

**Cambio climático y su efecto en la diversidad de especies
vegetales y productividad de suelos, en la microcuenca los
Molinos, Montero - Ayabaca.**

Diciembre, 2017

Mgtr. Ricardo Antonio Peña Castillo
Tesis doctoral presentada a la Escuela de Posgrado de la UNP

RESUMEN

En la microcuenca Los Molinos, Montero-Ayabaca, departamento Piura-Perú, enmarcada dentro de los regímenes de temperatura isotérmico y de humedad ústico, se realizó la investigación para determinar en qué medida el cambio climático afecta la diversidad de especies vegetales y la productividad de suelos en función del cambio de uso de la tierra. En un trayecto de 11 kilómetros se abrieron 5 perfiles para efectuar un análisis físico-químico y taxonómico; el perfil 1 “El Lanche” - parte baja, clasificado como gran grupo Haplustalfs; luego el perfil 2 “Los Molinos Bajo” (Haplustults), los perfiles 3 (“Los Molinos Alto 1”), 4 (“Los Molinos Alto 2”) y 5 (“Cruce Montero-Ayabaca”) como Paleustults. Próximo a cada perfil se trazaron parcelas de 20 x 50 m² al azar, encontrándose: 25 especies arbóreas, 10 arbustivas y 9 herbáceas, predominando aritaco, yutuguero, mosquero, grama chilena y helechos y otros que a criterio de los agricultores están desapareciendo: chachacomo, guayacán, raplaguero, colorao y nogal. Del análisis de los suelos se colige la predominancia de los procesos de formación de suelos: melanización, rubefacción, argilización y bioturbación, cambiando los colores del suelo de pardo-rojizo en alfisoles (P1) a rojo-amarillento en los ultisoles (P2, P3, P4 y P5). Las conclusiones fueron: - Entre 1976-2015, la temperatura se incrementó en 4.63 °C, la precipitación en 183 mm y la humedad relativa en 2%.- El 76,19 % de los suelos tienen textura franca, y el resto arcillosos, reacción fuertemente ácida, fósforo disponible y porcentaje de saturación de bases con niveles bajos en todos los perfiles - Los sistemas de explotación, sobrepastoreo y la deforestación (cambio de uso del suelo), tienen impacto negativo en la población de especies vegetales y fertilidad del suelo, alterando los ecosistemas naturales; causando pérdida de biodiversidad, migración y/o extinción de especies, forzando al agricultor a cambiar el uso de la tierra, ejemplo el reemplazo de café y frutales por caña de azúcar.

Palabras claves: Cambio climático, especie vegetal, productividad de suelos, melanización, rubefacción, argilización y bioturbación.

Climate change and its effect on the diversity of plant species and soil productivity in Los Molinos, Montero - Ayabaca microbasin.

December, 2017

Mgtr. Ricardo Antonio Peña Castillo
Thesis presented to the Postgraduate School of the UNP

ABSTRACT

In Los Molinos, Montero-Ayabaca micro-basin, department of Piura-Peru, framed within the regimes of isothermal temperature and of ustico humidity, research was carried out to determine the extent to which climate change affects the diversity of plant species and the productivity of soils depending on the change in land use. Over a distance of 11 kilometers, 5 profiles were opened to carry out a physical-chemical and taxonomic analysis; profile 1 "El Lanche" - lower part, classified as a large Haplustalfs group; then profile 2 "Los Molinos Bajo" (Haplustults), profiles 3 ("Los Molinos Alto 1"), 4 ("Los Molinos Alto 2") and 5 ("Cruce Montero-Ayabaca") as Paleustults. Close to each profile plots of 20 x 50 m² were drawn at random, finding: 25 arboreal species, 10 shrubs and 9 herbaceous, predominating aritaco, yutuguero, mosquero, chilean grass and ferns and others that at the discretion of the farmers are disappearing: chachacomo, guayacán, raplaguero, colorao and walnut. From the analysis of the soils, the predominance of soil formation processes is found: melanization, flushing, argilization and bioturbation, changing the colors of the reddish-brown soil in alfisols (P1) to red-yellowish in the ultisols (P2, P3, P4 and P5). The conclusions were: - Between 1976-2015, the temperature increased by 4.63 °C, the precipitation by 183 mm and the relative humidity by 2%. - 76.19% of the soils have frank texture, and the rest clay, reaction strongly acidic, available phosphorus and percentage of base saturation with low levels in all the profiles - The systems of exploitation, overgrazing and deforestation (change of land use), have a negative impact on the population of plant species and soil fertility, altering natural ecosystems; causing loss of biodiversity, migration and / or extinction of species, forcing the farmer to change the use of the land, for example the replacement of coffee and fruit trees by sugarcane.

Key words: Climate change, plant species, soil productivity, melanization, flushing, argilization and bioturbation.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Item	Contenido	Pag.
	RECONOCIMIENTOS	
	RESUMEN	
	INDICE DE TABLAS	
	INDICE DE ILUSTRACIONES	
	GLOSARIO	
	CAPITULO I	
1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	OBJETIVOS	3
1.1.1	Objetivo General	3
1.1.2	Objetivos Específicos	3
1.2	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	4
1.3	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	5
1.3.1	Problema General	5
1.3.2	Problemas Específicos	5
1.4	HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	6
1.4.1	Hipótesis General	6
1.4.2	Hipótesis específicas	6
	CAPITULO II	4
2	ANTECEDENTES - REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	7
2.1	Antecedentes	7
2.1.1	Antecedentes de Investigación a Nivel Regional	7
2.1.2	Antecedentes de Investigación a Nivel Nacional	19
2.1.3	Antecedentes de Investigación a Nivel Internacional	21
2.2	Revisión bibliográfica	27
2.2.1	Clima	27
2.2.2	Parámetros del Clima y Cambio Climático	28
2.3	Marco Conceptual	50
2.3.1	Cambio Climático	50
2.3.2	Deforestación	50
2.3.3	Dióxido de Carbono	50
2.3.4	Diversidad	50
2.3.5	Efecto Invernadero	50
2.3.6	Fisiografía	51
2.3.7	Microcuenca	51
2.3.8	Pendiente	52
2.3.9	Precipitación	52
2.3.10	Productividad del Suelo	52
2.3.11	Suelo	53
2.3.12	Temperatura	53
2.3.13	Zona de Vida	53
2.4	Marco legal	54
2.4.1	Instrumentos Marco sobre Gestión Ambiental a Nivel Nacional	51
2.4.1.1	Constitución Política del Perú	54
2.4.1.2	Ley Orgánica de Gobiernos Regionales - 2002	54
2.4.1.3	Ley General del Ambiente	55
2.4.1.4	Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental	55
2.4.1.5	Ley de Creación del SINAGERD	55
2.4.1.6	Ley orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los	56

		Recursos Naturales.	
	2.4.1.7	Política Nacional del Ambiente	56
	2.4.1.8	Acuerdo Nacional	56
	2.4.1.9	Plan Nacional de Acción Medio Ambiental	57
	2.4.1.10	Plan Bicentenario. El Perú hacia el 2021.	57
	2.4.1.11	Agenda Nacional de Acción Ambiental	57
	2.4.2	Instrumentos Marco sobre Gestión Ambiental a Nivel Internacional	58
	2.4.2.1	Declaración de Estocolmo	58
	2.4.2.2	Plan Intergubernamental sobre el Cambio Climático	55
	2.4.2.3	Segunda Conferencia Mundial del Clima	59
	2.4.2.4	Cumbre de la Tierra – Rio de Janeiro - Brasil	59
	2.4.2.5	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático	59
	2.4.2.6	Protocolo de Kyoto	60
	2.4.2.7	Convención de las Naciones Unidas para la Lucha contra la Desertificación (CNLUD)	60
	2.4.3	Marco Filosófico	61
	2.4.3.1	Enfoque Económico del Cambio Climático	61
	2.4.3.2	Enfoque Social del Cambio Climático	62
	2.4.3.3	Enfoque Climatológico y Ambiental del Cambio Climático	63
	2.4.4	Antecedentes del Problema	64
	2.4.4.1	Antecedentes Económicos	64
	2.4.4.2	Antecedentes Sociales	66
	2.4.4.3	Antecedentes Ambientales	67
		CAPITULO III	69
3		MATERIALES Y METODOS	69
	3.1	Ámbito de la Zona Estudiada	69
	3.1.1	Localización	69
	3.1.2	Geología	70
	3.1.3	Fisiografía y Geomorfología	71
	3.1.4	Ecología	72
	3.2	Materiales	72
	3.2.1	Equipos y Material de Campo	72
	3.2.2	Equipos y Material de Gabinete y Laboratorio	73
	3.2.3	Equipos y Material de Oficina	73
	3.3	Metodología	73
	3.3.1	Diseño de la Investigación	73
	3.3.2	Universo	73
	3.3.3	Población	74
	3.3.4	Muestra Aleatoria Estratificada	74
	3.3.5	Método, Técnicas e Instrumentos de Investigación	76
	3.3.5.1	Análisis Físico de Suelos	76
	3.3.5.2	Análisis químico de Suelos	77
	3.3.5.3	Técnicas de Muestreo para Especies Vegetales	77
	3.3.5.4	Variables Climáticas	78
	3.3.5.5	Análisis Documental	78
	3.3.5.6	Encuesta a Agricultores	79
	3.3.5.7	Cuestionario de Entrevista a Expertos	81
	3.3.6	Parámetros en Estudio	81

	CAPÍTULO IV	83
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	83
4.1	Parámetros Meteorológicos del Cambio Climático en La Microcuenca Los Molinos, Montero - Ayabaca	83
4.1.1	Temperatura	83
4.1.2	Precipitación Pluvial	85
4.1.3	Horas de sol	88
4.1.4	Humedad Relativa	90
4.2	Incidencia de Los Parámetros Meteorológicos del Cambio Climático sobre la Diversidad de Especies.	92
4.2.1	Distribución y Variabilidad de Especies Vegetales	92
4.2.2	Población por Especies Vegetales	104
4.3	Influencia de Los Parámetros Meteorológicos del Cambio Climático sobre la productividad de los Suelos.	117
4.3.1	Morfología de Suelos de la Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca.	117
4.3.2	Atributos Físicos de los Suelos de La Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca.	118
4.3.3	Atributos Químicos de los Suelos de La Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca.	129
4.3.4	Taxonomía de los Suelos de La Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca.	148
4.3.5	Entrevista a Los Agricultores de la Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca, respecto al Cambio Climático y Fertilidad de suelos.	150
4.4	Afectación del Cambio de Uso de la Tierra sobre la Diversidad de especies vegetales en la Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca.	157
4.4.1	Influencia de Los sistema de Explotación sobre la Diversidad de especies Vegetales	157
4.4.2	Influencia del Sobrepastoreo en la diversidad de especies vegetales	158
4.4.3	Deforestación sobre la diversidad de especies vegetales	158
4.5	Incidencia del Cambio de Uso de la Tierra sobre la Productividad de los Suelos en la Microcuenca los Molinos, Montero - Ayabaca	160
	CONCLUSIONES	168
	RECOMENDACIONES	173
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	175
	ANEXOS	183

ÍNDICE DE CUADROS

Nº	Cuadro	Pág.
2.1	Clasificación de suelos en la sierra de Piura	11
2.2	Patrón de cultivos registrados durante el periodo 1,998 al 2,002.	19
3.1	Ubicación geodésica de los perfiles en la Microcuenca Los Molinos, Montero - Ayabaca	70
3.2	Muestreo estratificado de zona en estudio (calicatas)	76
3.3	Métodos químicos usados para la caracterización de los suelos	79
3.4	Determinación del número de encuestado	80
3.5	Operacionalización de las variables	82
4.1	Temperatura atmosférica media mensual horaria (°C). Promedios decanales desde 1,976 a 2,015. Microcuenca Los Molinos, Montero-Ayabaca	83
4.2	Precipitación pluvial total mensual (mm). Promedios decanales desde desde 1,976 a 2,015. Microcuenca Los Molinos, Montero-Ayabaca.	86
4.3	Horas de sol media mensual (Nº horas). Promedios decanales desde desde 1,976 a 2,015. Microcuenca Los Molinos, Montero-Ayabaca.	89
4.4	Humedad relativa media mensual (%). Promedios decanales desde desde 1,976 a 2,015. Microcuenca Los Molinos, Montero-Ayabaca	91
4.5	Distribución y variabilidad de plantas arbóreas. Microcuenca los Molinos, Montero – Ayabaca	97
4.6	Distribucion y variabilidad de plantas arbustivas. Microcuenca los Molinos, Montero – Ayabaca	98
4.7	Distribucion y variabilidad de plantas herbáceas. Microcuenca los Molinos, Montero – Ayabaca	98
4.8	Entrevista a agricultores. Pregunta: ¿Cree que los cambios en el clima afectan el desplazamiento de las especies vegetales?	101
4.9	Entrevista a los agricultores. Pregunta: “Mencione el nombre de los vegetales que están desapareciendo en los últimos años”.	101
4.10	Entrevista a expertos. Pregunta: ¿Cómo cree que influye la temperatura como parámetro meteorológico del cambio climático?	102
4.11	Entrevista a expertos. Pregunta: ¿De qué manera influye la precipitación como factor meteorológico del cambio climático sobre la distribución y variabilidad de especies vegetales?	103
4.12	Especies vegetales arbóreas por muestreo, $(N^{\circ}) \cdot (1000m^2)^{-1}$. Bosque Húmedo Montano Bajo (bh-MB), perfil 1: El Lanche; Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca.	104
4.13	Especies vegetales arbustivas por muestreo, $(N^{\circ}) \cdot (1000m^2)^{-1}$. Bosque Húmedo Montano Bajo (bh-MB), perfil 01: Lanche; Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca.	105
4.14	Especies vegetales herbáceas por muestreo, $(N^{\circ}) \cdot (1000m^2)^{-1}$. Bosque Húmedo Montano Bajo (bh-MB), perfil 01: Lanche; Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca.	105
4.15	Especies vegetales arbóreas por muestreo, $(N^{\circ}) \cdot (1000m^2)^{-1}$. Bosque Seco Montano Bajo (bs-MB), perfil 02: Los Molinos Bajo; Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca.	106
4.16	Especies vegetales arbustivas por muestreo, $(N^{\circ}) \cdot (1000m^2)^{-1}$. Bosque Seco Montano Bajo (bs-MB), perfil 02: Los Molinos Bajo; Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca	106
4.17	Especies vegetales herbáceas por muestreo, $(N^{\circ}) \cdot (1000m^2)^{-1}$. Bosque Seco Montano Bajo (bs-MB), perfil 02: Los Molinos Bajo; Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca	107
4.18	Especies vegetales arbóreas por muestreo, $(N^{\circ}) \cdot (1000m^2)^{-1}$. Bosque Seco Montano Bajo (bs-MB), perfil 03: Los Molinos Alto 1; Microcuenca Los Molinos,	107

	Montero – Ayabaca	
4.19	Especies vegetales arbustivas por muestreo, $(N^0) \cdot (1000m^2)^{-1}$. Bosque Seco Montano Bajo (bs-MB), perfil 03: Los Molinos Alto 1; Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca	108
4.20	Especies vegetales herbáceas por muestreo, $(N^0) \cdot (1000m^2)^{-1}$. Bosque Seco Montano Bajo (bs-MB), perfil 03: Los Molinos Alto 1; Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca	108
4.21	Especies vegetales arbóreas por muestreo, $(N^0) \cdot (1000m^2)^{-1}$. Bosque húmedo-Montano (bh-M), perfil 04: Los Molinos Alto 2; Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca	109
4.22	Especies vegetales arbustivas por muestreo, $(N^0) \cdot (1000m^2)^{-1}$. Bosque húmedo-Montano (bh-M), perfil 04: Los Molinos Alto 2; Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca	109
4.23	Especies vegetales herbáceas por muestreo, $(N^0) \cdot (1000m^2)^{-1}$. Bosque húmedo-Montano (bh-M), perfil 04: Los Molinos Alto 2; Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca	110
4.24	Especies vegetales arbóreas por muestreo, $(N^0) \cdot (1000m^2)^{-1}$. Bosque húmedo-Montano (bh-M), perfil 05: Cruce Montero-Ayabaca; Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca	111
4.25	Especies vegetales arbustivas por muestreo, $(N^0) \cdot (1000m^2)^{-1}$. Bosque húmedo-Montano (bh-M), perfil 05: Cruce Montero-Ayabaca; Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca	111
4.26	Especies vegetales herbáceas por muestreo, $(N^0) \cdot (1000m^2)^{-1}$. Bosque húmedo-Montano (bh-M), perfil 05: Cruce Montero-Ayabaca; Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca	111
4.27	Entrevista a los agricultores. Pregunta: Comportamiento de las plagas y enfermedades comparando con años anteriores	113
4.28	Entrevista a los agricultores. Pregunta: Cuándo tala un árbol, ¿siembra otro?	114
4.29	Entrevista a los agricultores. Pregunta: ¿Qué fuente de energía utiliza para preparar sus alimentos?	114
4.30	Entrevista a expertos. Pregunta: ¿Cómo cree que influye la temperatura como parámetro meteorológico del cambio climático, sobre la población por especies vegetales?	115
4.31	Entrevista a expertos. Pregunta: ¿De qué manera influye la precipitación pluvial como factor meteorológico del cambio climático, sobre la población por especies vegetales?	116
4.32	Atributos físicos, Estrato Bosque Húmedo–Montano Bajo (bh–MB). Perfil “El Lanche”. Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca.	119
4.33	Atributos físicos, Estrato Bosque Seco–Montano Bajo (bs–MB). Perfiles “Los Molinos Bajo” y “Los Molinos Alto 1”. Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca	120
4.34	Atributos físicos, Bosque Húmedo – Montano (bh-M). Perfiles “Los Molinos Alto 2” y “Cruce Montero Ayabaca”. Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca	121
4.35	Atributos químicos, Bosque Húmedo – Montano Bajo (bh–MB). Microcuenca Los Molinos, Montero- Ayabaca	140
4.36	Atributos químicos, Bosque Seco–Montano Bajo (bs–MB). Perfiles “Los Molinos Bajo” y “Los Molinos Alto 1”. Microcuenca Los Molinos, Montero- Ayabaca	141
4.37	Atributos químicos, Bosque Húmedo – Montano (bh-M). Perfiles “Los Molinos Alto 2” y “Cruce Montero-Ayabaca”. Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca	142
4.38	Descripción general del perfil 1: “El Lanche”	143
4.39	Descripción general del perfil 2: “Los Molinos Bajo”	144
4.40	Descripción general del perfil 3: “Los Molinos Alto 1”	145
4.41	Descripción general del perfil 4: “Los Molinos Alto 2”	146
4.42	Descripción general del perfil 5: “Cruce Montero – Ayabaca”	147
4.43	Taxonomía de los suelos de la microcuenca Los Molinos, Montero, Ayabaca	148
4.44	Entrevista a agricultores. Pregunta: Responda respecto a la producción, en relación a años anteriores:	151
4.45	Entrevista a agricultores. Pregunta: Si la producción ha disminuido, A qué cree	151

	Ud., que se deba?	
4.46	Entrevista a expertos. Pregunta: ¿Cómo cree que influye la temperatura, sobre las características físicas y químicas del suelo	152
4.47	Entrevista a expertos. Pregunta: ¿De qué manera influye la precipitación pluvial, sobre las características físicas y químicas del suelo?	153
4.48	Entrevista a agricultores. Pregunta: ¿Tiene conocimiento sobre el cambio climático?	154
4.49	Entrevista a agricultores. Pregunta: ¿Ha asistido a algún evento o capacitación sobre cambio climático o cuidado del medio ambiente?	155
4.50	Entrevista a agricultores. Pregunta: ¿Le gustaría saber más sobre el cambio climático?	155
4.51	Entrevista a agricultores. Pregunta: ¿Estaría dispuesto a integrar una organización que tenga que ver con el cuidado del medio ambiente?	156
4.52	Entrevista a expertos. Pregunta: ¿Cómo influyen los sistemas de explotación sobre la población de especies vegetales y la distribución y variabilidad de las mismas?	157
4.53	Entrevista a expertos. Pregunta: ¿Cómo cree que influye el sobrepastoreo sobre la población de especies vegetales y la distribución y variabilidad de las mismas?	158
4.54	Entrevista a expertos. Pregunta: ¿Cómo cree que influye el la deforestación sobre la población de especies vegetales y la distribución y variabilidad de las mismas?	159
4.55	Entrevista a agricultores. Pregunta: ¿Pastorea sus animales?	160
4.56	Entrevista a agricultores. Pregunta: ¿Qué hace con los residuos de la cosecha?	161
4.57	Entrevista a expertos. Pregunta: ¿Cómo cree que influye los sistemas de explotación sobre las características físicas y químicas del suelo?	162
4.58	Entrevista a expertos. Pregunta: ¿Cuál cree es la influencia del sobrepastoreo sobre las características físicas y químicas del suelo?	162
4.59	Entrevista a expertos. Pregunta: ¿Cómo cree que influye la deforestación sobre las características físicas y químicas del suelo?	163
4.60	Entrevista a agricultores. Pregunta: ¿Cree que sus tierras respecto a años anteriores son más productivas?	164
4.61	Entrevista a agricultores. Pregunta: ¿Qué clase de abono emplea en sus cultivos?	165
4.62	Entrevista a agricultores. Pregunta: ¿Qué clase de abono emplea en sus parcelas?	166
4.63	Entrevista a agricultores. Pregunta: ¿Realiza prácticas de conservación de suelos?	167

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Nº	Gráfico	Pág.
4.1	Temperatura media mensual horaria, promedios decanales desde 1,976 a 2,015. Microcuenca Los Molinos, Montero - Ayabaca	85
4.2	Precipitación Pluvial total mensual, promedios decanales desde 1,976 a 2,015. Microcuenca Los Molinos, Montero - Ayabaca	87
4.3	Horas de sol media mensual, promedios decanales desde 1,976 a 2,015. Microcuenca Los Molinos, Montero - Ayabaca	90
4.4	Humedad Relativa media mensual, promedios decanales desde 1,976 a 2,015. Microcuenca Los Molinos, Montero - Ayabaca	91
4.5	Distribución del tipo de partícula en los perfiles modales de la microcuenca Los Molinos, Montero-Ayabaca.	123
4.6	Densidad Aparente vs profundidad	124
4.7	Densidad real vs profundidad	126
4.8	Porosidad vs profundidad	127
4.9	Porcentaje de humedad vs profundidad	128
4.10	Valores de pH vs profundidad	130
4.11	Valores de conductividad eléctrica vs profundidad	131
4.12	Materia orgánica vs profundidad	132
4.13	Carbón orgánico vs profundidad	133
4.14	Nitrógeno total vs profundidad	134
4.15	Fósforo disponible vs profundidad	135
4.16	Potasio disponible vs profundidad	136
4.17	Valores de potasio disponible vs profundidad	137
4.18	Distribución de las bases cambiables en los perfiles modales	138
4.19	Bases cambiables vs profundidad	139

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº	Figura	Pág.
2.1	El ciclo global del carbono.	41
2.2	El gas metano en la atmósfera al 2,009	42
3.1	Ubicación satelital de los perfiles de la Microcuenca estudiada	70
4.1	Vegetación característica del Bosque Húmedo–Montano Bajo (bh–MB), microcuenca Los Molinos - Montero, Ayabaca	93
4.2	Vegetación característica del Bosque Seco - Montano Bajo (bs-MB). Microcuenca Los Molinos, Montero - Ayabaca	94
4.3	Vegetación característica del Bosque Húmedo - Montano (bh–M), microcuenca Los Molinos-Montero, Ayabaca	95
4.4	Tala y quema de especies forestales en la microcuenca Los Molinos - Montero, Ayabaca.	96

ANEXOS

Nº	Figura	Pág.
1	Caracterización físico-química de los suelos de la microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca.	184
2	Caracterización físico-química de los suelos de la microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca.	185
3	Caracterización físico-química de los suelos de la microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca.	186
4	Caracterización físico-química de los suelos de la microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca.	187
5	Mapa de ubicación de la microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca.	188
6	Determinación de la densidad aparente del suelo. Método del terrón revestido con parafina.	189
7	Determinación de la densidad real del suelo. Método del Picnómetro en kerosene.	190
8	Determinación de la humedad gravimétrica.	191
9	Interpretación de la reacción del suelo (pH)	192
10	Interpretación de la salinidad del suelo (CE)	192
11	Interpretación del nivel de calcáreo total (CaCO_3)	192
12	Interpretación del contenido de materia orgánica.	192
13	Interpretación del contenido de nitrógeno total	192
14	Interpretación del contenido de fósforo disponible.	193
15	Interpretación del contenido de potasio disponible.	193
16	Interpretación de la capacidad de intercambio catiónico	193
17	Tabla de interpretación del porcentaje de saturación de bases.	193
18	Triángulo textural para la correlación del análisis granulométrico	194
19	Tabla de interpretación de la textura	194
20	Matriz de consistencia	195
21	Guía de entrevista agricultores microcuenca Los Molinos, Montero–Ayabaca.	196
22	Guía de entrevista a expertos	198
23	Datos meteorológicos de la Estación Experimental Ayabaca.	199
24	Perfil de los expertos que participaron en las encuestas	203
25	Descripción general del perfil de los agricultores de la microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca.	205
26	Fotos varias	206
27	Glosario de términos	211
28	Descripción de siglas.	213

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En la sierra del departamento de Piura, se viene observando aspectos negativos en los diferentes ecosistemas, tales como pérdida de biodiversidad, migración de especies vegetales, disminución de la fertilidad natural de los suelos e incremento de la desertificación; lo que trae como consecuencia pobreza extrema en estas regiones así como un despoblamiento, debido a la migración de jóvenes y adultos hacia la ciudad.

La presente investigación permite obtener datos cuantificables de los diferentes aspectos negativos mencionados anteriormente que vienen ocurriendo en el distrito de Montero – Ayabaca y determinará si es que efectivamente los parámetros del cambio climático, tales como temperatura, precipitación, humedad atmosférica, horas de sol, entre otras, aunado a las actividades antrópicas como el cambio de uso de la tierra están favoreciendo su incremento.

Aportará datos sobre los efectos del cambio climático en el distrito de Montero, dado a que en la actualidad no existen trabajos similares, realizados en dicha zona, que contribuyan y sirvan como instrumentos, para la adopción de medidas por parte de las autoridades locales.

Además, la recopilación y análisis de datos climáticos de los últimos años, permitirá brindar información real a los pobladores y autoridades locales del distrito de Montero, sobre los problemas de pérdida de biodiversidad,

migración de especies y disminución de la fertilidad de los suelos, para que adopten estrategias de mitigación frente a los efectos del cambio climático.

El reto para las generaciones presentes y futuras es luchar contra la desertificación, a través del manejo sostenible de la tierra, para satisfacer las necesidades sociales e individuales, sin el agotamiento de su productividad. La utilidad de esta investigación tiene como punto de partida el manejo sostenible de la tierra, en base a procedimientos que integran la gestión de la tierra, el agua, la diversidad biológica y el ambiente. La investigación permitirá tomar conciencia sobre la conservación de los servicios y medios de vida que proporcionan los ecosistemas, del distrito de Montero - Ayabaca.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo General

Determinar en qué medida el cambio climático afecta la diversidad de especies vegetales y la productividad de suelos en la microcuenca Los Molinos, Montero - Ayabaca.

1.1.2 Objetivos Específicos

1.1.2.1 Evaluar la incidencia de los parámetros meteorológicos del cambio climático sobre la diversidad de especies vegetales.

1.1.2.2 Determinar la influencia de los parámetros meteorológicos del cambio climático en la productividad de los suelos.

1.1.2.3 Establecer en qué medida el cambio de uso de la tierra afecta la diversidad de especies vegetales.

1.1.2.4 Evaluar el efecto del cambio de uso de la tierra sobre la productividad de los suelos.

1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Montero es un distrito de la sierra Piurana, ubicado en la provincia de Ayabaca, tiene una extensión territorial de 130.57 km²; el 85,32 % de su población pertenece a sus caseríos (6,260 pobladores del área rural del distrito), donde existe un 70 % de pobreza. INEI (2,007). En los últimos años se ha observado que especies vegetales están desapareciendo tal es el caso del chachacomo (*Escallonia resinosa*), aliso (*Alnus acuminata*), higuerón (*Ficus sp*) y guayacán (*Tabebuia crysantha*) la producción disminuye años tras año o bien especies que en épocas anteriores se cultivaban a cierta altitud, en la actualidad se les encuentra adaptadas a otros pisos altitudinales con condiciones ecológicas distintas; ello debido probablemente a los cambios en los regímenes de los parámetros del clima llámese temperatura, precipitación, humedad relativa, horas de sol, entre otras así como a la disminución del nivel de fertilidad de los suelos y a la sobreexplotación por parte de los pobladores (actividades antrópicas).

El cambio climático es motivo de diversos estudios y acciones conjuntas a nivel global en las diversas instancias, donde se le monitorea y se establecen estrategias globales y nacionales para el acondicionamiento y mitigación de sus efectos negativos. Entre dichas instancias se encuentra la Comisión Nacional de Cambio Climático, presidida por el Ministerio del Ambiente (MINAM), orientada, entre otros, al cumplimiento de los compromisos del país ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el tema.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1 Problema General

¿En qué medida el cambio climático afecta la diversidad de especies vegetales y la productividad de suelos en la microcuenca los Molinos, Montero - Ayabaca?

1.3.2 Problemas Específicos

a. ¿En qué medida los parámetros meteorológicos relacionados con el cambio climático afectan la diversidad de especies vegetales?

b. ¿En qué grado los parámetros meteorológicos relacionados con el cambio climático afectan la productividad de los suelos?

c. ¿Con qué intensidad el cambio de uso de la tierra afecta la diversidad de especies vegetales?

d. ¿En qué medida el cambio de uso de la tierra afecta la productividad de los suelos?

1.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 Hipótesis general

El cambio climático impacta en la microcuenca Los Molinos, Montero - Ayabaca en la medida que reduce la diversidad de las especies vegetales y disminuye la productividad de los suelos.

1.4.2 Hipotesis específicas

a. Los parámetros meteorológicos del cambio climático alteran la diversidad de especies vegetales en la medida que éstas sufren desplazamiento y/o extinción.

b. Los parámetros meteorológicos del cambio climático disminuyen la productividad de los suelos en la medida que los factores de la productividad (materia orgánica, la textura del suelo, la estructura, la profundidad, el contenido de nutrientes, etc.) varían.

c. El cambio de uso de la tierra altera la diversidad de especies vegetales en la medida que éstas sufren desplazamiento y/o extinción.

d. El cambio de uso de la tierra disminuye la productividad de los suelos en la medida que los factores de la productividad (materia orgánica, la textura del suelo, la estructura, la profundidad, el contenido de nutrientes, etc.) varían.

CAPÍTULO II

ANTECEDENTES – REVISION BIBLIOGRÁFICA

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1 Antecedentes de Investigación a Nivel Regional

Huiman, J. (2,003), clasificó a los suelos de la Catena Marmas Bajo – Montero como: Gran Grupo Paleustalfs, las series “Montero”, “Adrianzén” y serie “Puente Tranquilino”, y como Ustropepts las serie “Calle”. En general la textura de estos suelos, varía de arcillosa a franco-arcillosa, bajo contenido de materia orgánica y presencia de fósforo disponible.

Calero, M (1,987), efectuó estudios en caracterización genética y morfológica de algunos suelos de Ayabaca, entre el bosque seco subtropical en la serie "Pueblo Nuevo" y bosque húmedo Montano bajo en "Koyma" (cercana a la serie “Cuñala”) y "Guayacanes". Clasificó los suelos, en: Typic Ustorthents (Pueblo Nuevo), Vertic Hapustalfs (“Koyma”) y Ustic Tropohumults (“Guayacanes”). Respecto a los suelos de la series “Koyma” y “Wayakanes”, concluyó que los contenidos de arcilla se incrementan con la profundidad, la densidad aparente está más relacionada con el incremento de arcilla en función a la profundidad, sin embargo se mantiene ligeramente constante en los horizontes superficiales debido a la disminución del carbón orgánico, la textura y la poca compactación. Por otro lado, la densidad real se incrementa con la profundidad, suponiendo la presencia de metales pesados, Observó en ambos perfiles que luego de concluir las lluvias estacionales se forma un sellado en la

superficie, manteniendo húmedo los sub-horizontes por varios meses, pero que el equilibrio se rompe debido a las rajaduras generadas en los meses de junio a julio; el pH disminuye con la profundidad, los valores de la capacidad de intercambio catiónica (CIC) varían según el tipo de arcilla, influenciada por muchos factores como el pH y materia orgánica; la saturación de bases (S.B) permitió definir epipedons UMBRIC (menor de 50 % de SB), además los resultados del contenido de sales solubles indican que es menor de 4 mmhos.cm⁻¹, no constituyendo peligro para los cultivos.

Los suelos de la serie “Koyma” cuya altitud es de 1,650 m.s.n.m (a 3 km del caserío Koyma - comunidad campesina de Marmas - Montero), son bien drenados, desarrollados sobre rocas volcánicas andesíticas, se ubican en pendientes moderadamente colinosas (20 %), dentro de un relieve sub normal, de permeabilidad moderada, donde se encuentran cultivos como plátano de seco, maíz, café de seco. Mientras que los suelos de la serie “Wayakanes” cuya altitud es de 2,300 m.s.n.m (a 20 km del río Calvas en la frontera con el Ecuador en la comunidad campesina de Marmas - Montero), son moderadamente bien drenados, desarrollados sobre andesitas en estado saprolítico; permeabilidad moderada y presenta los cultivos de seco: limón dulce, plátano, café, maíz, trigo, haba y arveja; Calero, M. (1,987).

Remigio, J. (1,998), realizó estudios en la microcuenca Los Molinos - Ayabaca y determinó que las características climáticas en los suelos del área de estudio corresponden a suelos de montañas tropicales variando del seco y cálido hasta el húmedo y frío. Estos suelos son de formación residual y coluvio - aluvial con material originario proveniente mayormente de rocas volcánicas y sedimentarias. De igual modo, identificó dos grandes paisajes en la cuenca Los

Molinos: planicie y montañoso, los cuales están bien definidos por las formas y características del relieve, litología y procesos de formación; menciona que las formas de tierra varían desde planicies plano onduladas (0 - 25%) y montañas que van desde empinadas a extremadamente empinadas (8 - mayor de 75 %). Así mismo, identificó nueve consociaciones, las cuales denominó: Chonta, Tailín, Horcones, Pueblo Nuevo, Pite, Cuñala, Sicacate alto, Montero y Chinchinpampa. Clasificó a estos suelos en nueve grandes grupos, según USDA: Torrifluvents, Torriorthents, Ustorthents, Calciorthids, Haplustalfs, Ustropepts, Ustochrepts, Argiustolls y Haplustolls, correspondiendo al sistema FAO (1,992) los grupos: Fluvisol, Regosol, Cambisol y Phaeozem.

Respecto a los suelos de la consociación Pite (microcuenca Los Molinos–Montero-Ayabaca); Remigio, J. (1,998) concluye que son suelos de textura media a moderadamente fina, con pedregosidad superficial mayor al 70 %, presentan colores de pardo oscuro a pardo amarillento oscuro; las características químicas están expresadas por una reacción muy fuerte a medianamente ácida (pH 4.6 - 5.7); con baja saturación de bases (menor de 50 %), contenidos bajos de materia orgánica y nitrógeno total, fósforo muy bajo y bien provistos de potasio disponible, lo que determinan una fertilidad natural baja, además por las limitaciones principalmente de carácter topográfico, carecen de valor agrícola, sustentando actividades pecuarias extensivas y temporales en zonas que carecen de humedad pero con pastoreo permanente en zonas más húmedas y en áreas con pendientes mayores de 50 % y más húmedas; estos suelos se usan con fines de producción forestal y protección.

Las características físicas y topográficas de los suelos de la consociación Chinchinpampa (microcuenca Los Molinos, Montero - Ayabaca); le confieren

condiciones de drenaje interno moderado, permeabilidad moderadamente lenta a lenta y esorrentía superficial moderada a rápida, la cual puede provocar procesos de erosión de cierta intensidad. Estos son suelos profundos, con un horizonte "A" ócrico de 20 a 40 cm., de grosor promedio; de color pardo fuerte a pardo amarillento, textura franco a arcillo-arenoso, sin estructura o en gránulos muy finos, débilmente desarrollados; las características químicas están dadas por un contenido de materia orgánica medio a alto, la reacción es fuerte a muy fuertemente ácida (pH 4.5 - 5.1), el contenido de nitrógeno total es medio, con fósforo disponible bajo, el potasio muy alto, la saturación de bases es media a alta, estos suelos cubren un área aproximada de 1,393.13 ha., Remigio, J. (1,998).

Zavala, J.V. (1,987), clasificó los suelos en la parte alta de Ayabaca - Suyupampa como el gran grupo Eutroboralfs, familia franco - arcilloso, arenosa, ácido Isomésico, serie La Quinta, Eutroboralfs, familia franco - arcillosa, ácido isomésico, serie "Ánima", Sombrihumults, familia arcilloso fino, ácido isomésico, serie Rosales, presentando texturas finas, alto contenido de materia orgánica, pero con una relación de carbono/nitrógeno (C/N) baja.

Remigio (2,004). Realizó estudios de caracterización e interpretación de perfiles modales en suelos de la sierra de Piura y establece el siguiente cuadro:

Cuadro 2.1

Clasificación de suelos en la sierra de Piura.

SOIL TAXONOMY (1,999)			FAO (1,992) Grupo	Suelos incluidos
Orden	Suborden	Gran grupo		
Entisols	Fluvents	Torrifluvents	Fluvisol	Montero
	Orthents	Torriorthents	Regosol	Frías Bajo
Aridisols	Orthids	Cambortids	Cambisol	Paltashaco
Alfisols	Ustalfs	Haplustalfs	Phaeozem	Canchaque
Inceptisols	Tropepts	Ustropepts	Cambisol	Chalaco, Frías Alto
	Ochrepts	Ustochrepts	Cambisol	Santo Domingo, Cuyas.
Andisols	Torrands	Haplotorrands	Andosols	El Abra.

Fuente: Remigio, J. (2,004).

Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente- Gobierno Regional Piura. (2,012), en el libro “La zonificación ecológica económica (ZEE) de la región Piura”, respecto a la fisiografía de la región alto-andina, identifica los siguientes grupos:

a) Aluviales intermontañosos.- Ubicados aproximadamente en las cercanías del cauce principal de la microcuenca Los Molinos con el río Quiroz, en las márgenes izquierda y derecha del centro poblado Los Horcones, Pueblo Nuevo y Montero; está conformada por depósitos de materiales esencialmente fluviónicos, de escaso relieve y prácticamente planos (pendiente 0 - 2%) formados en depresiones alargadas y relativamente estrechas de la montaña, incluye algunos sectores de lecho de inundación.

b) Laderas empinadas ligeramente disectadas .- En la desembocadura de la microcuenca Los Molinos, por la zona de los Horcones, se ha identificado

una zona de laderas empinadas, está diferenciada en base al aspecto ligeramente disectado que ofrecen sus superficies al visualizarlas en su conjunto, tanto en densidad como en grado del avenamiento.

c) Laderas empinadas moderadamente disectadas.- Este grupo cubre gran extensión del área de estudio y está diferenciada en base al aspecto moderadamente disectado que ofrecen sus superficies, al visualizarlas en su conjunto, tanto en densidad como en grado de avenamiento. La erosión en cárcavas es la más evidente.

d) Depósitos coluviónicos ligeramente disectados.- En una parte de este grupo se desarrolla cierta actividad agrícola, observándose la acción del factor antrópico como agente inductor del fenómeno erosivo, que afecta la conservación de la microcuenca. Esta superficie se ubica en los alrededores de Montero y parte alta de las microcuencas; está diferenciada en base a la ligera disectación que presenta su superficie, normalmente, las pendientes son menores de 30 %.

e) Depósitos coluviónicos moderadamente disectados.- Este grupo se ubica en los alrededores de Montero y parte alta de las microcuencas y está diferenciada en base a la disectación moderada que presenta su superficie, determinada por la acción de una erosión en surcos.

Respecto a la descripción de las regiones edáficas de la sierra andina del departamento de Piura, la Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente - Gobierno Regional Piura (2,012), en el libro “La

zonificación ecológica económica (ZEE) de la región Piura”, hace mención a los siguientes:

a. Región Lítica.- Esta región comprende el flanco occidental árido de los andes Piuranos, extendiéndose altitudinalmente desde los 1,000 hasta más de los 3,900 m de elevación. El relieve es abrupto y fuertemente disectado, con pendientes de más de 70 %. El clima es predominantemente árido a semi-árido, con precipitaciones pluviales hasta 800 mm anuales y temperaturas medias-anuales que oscilan entre 6 y 12 °C. En cuanto a suelos, agrupa Yermosoles cálcicos (con enriquecimiento de calcio en el sub suelo) distribuidos generalmente en las partes bajas de esta región; más hacia el este y en situaciones fisiográficas elevadas, aparecen los Yermosoles luvicos y Xerosoles. La agricultura es muy reducida y fraccionada, localizándose en los pisos estrechos de valles, piedemontes de laderas y terraplenes irregulares coluvio - aluviónicos, cercanos a corrientes de agua y donde es posible la siembra de ciertos cultivos como cebada para forraje, maíz y tuberosas como la papa, oca (*Oxalis tuberosa*) y olluco (*Ullucos tuberosos*). Se puede establecer dos sub regiones edáficas:

- **Paramosólica.-** Comprende las áreas altoandinas que se extiende entre los 3,000 y 3,900 m de elevación. Climáticamente, presenta temperaturas que varían entre 0 °C hasta 6 °C y con precipitaciones pluviales mínimas de 250 mm, las zonas norte y centro sur orientales son las más húmedas de esta región, no así la extensa zona meridional y borde occidental que se caracteriza por su marcado xerofitismo, representado por una cubierta vegetativa natural y muy especial a base de xerófitas. El relieve es relativamente suave con pendientes moderadas debido al efecto de los procesos pasados de la erosión glacial. Los suelos más representativos son los Paramosoles, de escasa impregnación

volcánica, así como los Páramo Andosoles (Andosoles Alto - andinos), desarrollados a partir de la meteorización de materiales volcánicos y con predominio de arcillas amorfas o alofánicas, de propiedades especiales.

- **Kastanosólica.-** Esta región ocupa la mayor parte de las mesas, valles interandinos altos e intermedios, que corren paralelos a la dirección de la cordillera de los andes. Se extienden desde los 2,200 hasta cerca de los 3,900 m de elevación. Climáticamente, debido a su amplia distribución, presenta temperaturas medias entre 6 y 18 °C. La precipitación varía, entre 250 a 1,000 mm. Litológicamente, es la región de gran acumulación de materiales sedimentarios, principalmente de areniscas y calizas. Entre los suelos más significativos se menciona a los Kastanozems cálcicos y Kastanozems lúvicos seguido de los Phaeozems. En cambio en las superficies empinadas dominan los Litosoles. La vegetación nativa se compone de arbustos dispersos y pastos que aparecen en lugares pobres no explotados agrícolaemente. Existen cultivos de maíz, cereales (trigo, cebada), papa, quinua (*Chenopodium quinoa*), alfalfa, algunas leguminosas comestibles (haba principalmente) y tubérculos menores. En las partes más cálidas existen frutales de clima templado, cítricos, granadilla, lúcuma, chirimoya así como la caña de azúcar, café y fibras.

b. Región Acrisólica.- Esta Región edáfica presenta suelos fuertemente meteorizadas y de naturaleza ácida. Fisiográficamente, se extiende desde menos de 500 hasta cerca de los 2,800 metros de elevación. La precipitación general está dentro del orden de 2,000 - 4,000 mm anuales. Las partes más altas de la región edáfica son de temperaturas más bajas y, por consecuencia, de menor evapotranspiración. Las áreas o porciones inferiores son cálidas y subtropicales hasta tropicales. El relieve topográfico está conformado por laderas

empinadas, escarpada. La vegetación es variable; las zonas altas, constituyen un bosque nuboso y mantiene una vegetación de tipo transicional, donde se puede apreciar algunas especies de zonas templadas. Los suelos que tipifican esta extensa e importante región están representados por Acrisoles Órticos seguido de los Nitosoles en laderas de pendiente moderada. Cabe destacar, la existencia de una buena proporción de suelos Vérticos (Vertisoles), desarrollados a partir de arcillas expandibles, de naturaleza montmorillonítica.

Ministerio de agricultura (2,012). Referente a las zonas de vida de departamento de Piura, Indica lo siguiente respecto a los bosques húmedos de montaña y bosques secos de montaña:

a. Bosques húmedos de montaña.- Se ubican desde los 2,200 hasta los 3,100 m.s.n.m en promedio; variando en algunas zonas como el relicto de bosque ubicado en los límites del distrito de Suyo y Montero que se encuentra entre 1,600 a 2,400 m.s.n.m. Como estrato arbustivo encontramos especies identificadas en el arbustal de páramo, algunas de mayor y otras de menor altura. La fisiografía de esta zona es de laderas, con una pendiente moderada a pronunciada llegando hasta 50° ó 60°. En la parte alta de esta comunidad vegetal, los árboles son achaparrados de 4 - 5 m (*Pernettya prostrata*, *Vaccicum sp.*, *Miconia sp.*, y *Gynoxys sp.*), a medida que desciende la altitud los árboles aumentan en tamaño, llegando hasta 10 - 15 m, con troncos inclinados y retorcidos siendo las especies más comunes *Weinmannia spp.*, *Clusia sp.*, encontrándose también algunos árboles de *Podocarpus sp.* En la parte alta se encuentran las lauraceas, ficus, Ceroxylon, helechos arbóreos (*Cyathea*, *Dicksonia sellowiana*), abundante melastomataceae y *Chusquea sp.*, bromelias, orquídeas, helechos, musgos y líquenes, en los claros se encuentra *Cidemia sp.*

Oxalis.sp., *Begonia sp.*, y helechos herbáceos, quina o cascarilla (*Chinchona officinallis*) y otros árboles, asociadas a abundantes epífitas, bromeliáceas, orquídeas, musgos que cubren los árboles, helechos y begonias. La fisiografía de este tipo de bosque se caracteriza por presentar numerosas quebradas y caídas de agua, además la presencia de vegetales de las familias melastomataceae, asteráceas lauráceas, podocarpáceas (*Podocarpus oleifolius*), árboles muy buscados por su madera, en las zonas de más pendiente dominan las melastomataceas y mirtáceas, en las quebradas fácilmente se encuentran higuerones (*Ficus sp.*) y como sotobosque abundante suro de hoja ancha (*Chusquea scandens*), suro de hoja delgada (*Chusquea sp.*) y helechos arbóreos. Por la abundante humedad de la zona los árboles están cubiertos de epífitas, compuesta por la familia Araceae, Bromeliácea, orquídeas y entre las criptógamas los helechos (Pteridophytas), musgos (Briophyta) y líquenes (Lichen), asociados a otros arbustos y herbáceas. Entre las especies dominantes tenemos la *Miconia sp.*, incienso hoja grande y hoja chica (*Clusia spp*), *Alchornea sp.*, *Cyathea sp.* asociadas a especies de *Dicksonia*, *Hedyosmun sp.*, *Inga sp.*, *Guarea sp.*, *Schefflera sp* y *Oreopanax sp.* En los bosques de la parte baja se pueden observar árboles como: *Gynoxys sp.*, palmera o chonta (*Iriartea deltoidea*), *Nageia rospigliosii*. Árboles de cedro (*Cedrela sp.*) romerillo (*Podocarpus oleifolius*, *Podocarpus sp.*), lauráceas, *Pleurothirium*.

b. Bosques secos de montaña.- Distribuidos en dos zonas. En la parte norte de la región en la cordillera Amotapes desde los 250 hasta los 1,550 m.s.n.m y la otra zona distribuido desde la frontera con el Ecuador, comenzando en los distritos de Suyo, Jililí, Sicchez, hasta los límites con la región de Lambayeque (distrito de Huarmaca), en el flanco occidental de la Cordillera de los Andes, desde los 250 hasta los 1,100 m.s.n.m en promedio, a excepción de

la microcuenca del río Quiroz - Montero, donde los bosques secos de montaña llegan hasta los 1,600 m.s.n.m. Los bosques secos de montaña ocupan un área de 434,533 ha, representando el 12,04 % de la superficie total del departamento de Piura. Son bosques de mayor diversidad de especies clasificadas de acuerdo a su densidad en: bosque seco muy ralo de montaña, bosque seco ralo de montaña, bosque seco semidenso de montaña y bosque seco denso de montaña. La densidad se debe a la constante intervención del hombre, al aprovechamiento selectivo de madera, al avance de la agricultura y ganadería. Estos bosques están compuestos por especies como hualtaco (*Loxopterigium huasango*), palo santo (*Bursera graveolens*), charán (*Caesalpinea paipai*), algarrobo (*Prosopis pallida*), sapote (*Capparis scabrida*), ceibo (*Ceiba trischistandra*), polo polo (*Cochlospermum vitifolium*), pasallo (*Eriotheca ruizii*), añalque (*Coccoloba ruiziana*), barbasco (*Piscidia carthagenensis*), huarapo (*Terminalia valverdae*), margarito (*Capparis ssp.*), pego-pegno (*Pisonea macracantha*), faique (*Acacia macracantha*), porotillo (*Erythrina smithiana*), cardo maderero (*Armatocereus cartwrightiaunus*), gigantón (*Neoraimondia gigantea*), rara vez guayacán (*Tabebuia crysanthra*), overo (*Cordia lutea*), borrachera (*Ipomoea carnea*), papelillo (*Bougainvillea pachyphylla*) y ceibo (*Ceiba spp.*).

Proyecto Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos - PRONAMACHCS (1,998), indica que la ecología de la microcuenca de los Molinos está identificada como monte espinoso - premontano tropical, bosques secos - premontano tropical, bosques secos - premontano tropical transicional y bosques húmedos - montano bajo tropical. La temperatura media anual es de alrededor de 13 °C y que el promedio de precipitación total anual es de 1,173 mm, cifra relativamente baja. Las tierras con vocación agrícola son

usadas bajo el sistema secano, con excepción de algunas pequeñas áreas en los sectores más bajos donde se complementa con agua de riego.

Municipalidad Distrital de Montero (2,014), en el perfil técnico del proyecto: Promoción y Desarrollo del Turismo del Distrito de Montero indica que el referido distrito posee una gran diversidad de vegetación de tipo herbácea, arbustiva y arbórea, la cual configura la zona como un agro ecosistema complejo y variado tanto en especies cultivables, silvestres, medicinales, exóticas y maderables, que varían de acuerdo a los pisos altitudinales, por ejemplo: las cercanías de la quebrada de Marmas (1,060 - 1,300 m.s.n.m), observamos: Caña de azúcar (*Saccharum officinale*), café (*Coffea arabica*), plátano (*Mussa sp*), entre otros; mientras que el piso de 1,030 m.s.n.m, predomina el cacao (*Theobroma cacao*), entre 800 - 1,000 m.s.n.m, se aprecia el cultivo de arroz (*Oriza sativa*) y maíz híbrido (*Zea mays*).

Imán Ch. J. (2,007), En el trabajo de tesis de maestría realizado en la comunidad de Chonta, ubicada en la microcuenca Los Molinos - Montero (1,700 m.s.n.m); indica que los suelos en dicha zona son originados a partir de depósitos de variada litología, poco desarrollo genético, color pardo a oscuro amarillento, textura media, alta erosión hídrica, poseen reacción mediana a fuerte, pH de 5.1 a 6.0, mediana saturación de bases, contenido bajo a medio de materia orgánica y nitrógeno, bajo contenido de fósforo y alto de potasio, con regular aptitud para propósitos agrícolas y ganadero. Además describe la diversidad florística presente en la zona en estudio que comprende sapote, porotillo, overal, ceibo, palo santo, hualtaco, charán, leucaena, cactus, papayela o chicope, papaya silvestre, jabonillo, crotón, helechos, aliso, higuierón, laurel, paja chilena, pasto elefante y gramalote.

Cuadro 2.2

Patrón de cultivos registrados durante el periodo 1,998 al 2,002.

Cultivo	Área (ha)	%	Cultivo	Área (ha)	%
Arveja	46.3	7.5	Chirimoya	2.3	0.38
Frejol	12.3	2.0	Granadilla	6.1	1.00
Maíz amiláceo	58.6	9.5	Lima	1.8	0.30
Papa	18.5	3.0	Lúcuma	1.5	0.25
Trigo	18.5	3.0	Naranja	0.9	0.15
Café	105.3	17.05	Plátano	93.6	15.16
Caña de azúcar	105.3	17.05	Pastos cultivados	146.1	23.66

Fuente: Imán Chávez. 2,007

Takayama C. F. (2,004), para obter el grado de magister realizó un trabajo de investigación en la comunidad de Chonta, Montero - Ayabaca, menciona que los pastos predominantes en la zona son: paja chilena (*Paspalum fasciculatum*) y pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), otras especies como flor amarilla (*Asteráceae sp*), cachorrillo (*Commelia coeslistris*) son poco representativas debido a que crecen eventualmente en épocas de lluvia y tienen una densidad muy baja.

2.1.2 Antecedentes de Investigaciones a Nivel Nacional

Sotomayor, D. y Jiménez, P. (2,005), en el trabajo de investigación: “Condiciones meteorológicas y dinámica vegetal del Ecosistema costero Lomas de Atiquipa (Caravelí - Arequipa) en el sur del Perú”, encontraron relación significativa entre dinámica vegetal y condiciones meteorológicas. La neblina fue la más relacionada al desarrollo de las comunidades vegetales en los cerros de estudio, y presentó una relación directa con el número total de individuos y la

emergencia de plántulas, así como con el predominio de éstas, con la diversidad de Shannon - Wiener. Existió una relación inversa entre la temperatura y el predominio en la comunidad, de tal manera que menores temperaturas estuvieron relacionadas con mayor predominio. No se encontró relación significativa entre la precipitación natural y la dinámica vegetal.

Lapeyre, T. (2003), realizó el trabajo de tesis de post grado en ciencias ambientales denominado "Determinación de las reservas de carbono de la biomasa aérea, en diferentes sistemas de uso de la tierra en San Martín - Perú", con la finalidad de conocer el potencial de captura de carbono de estos sistemas, y compararlos con otros sistemas de la selva peruana; al desboscar áreas para la realización de cultivos agrícolas, determinó dichas reservas en sistema de bosque primario, secundario de diferentes edades, sistemas agrícolas típicos de la zona (maíz, arroz y pastos) y en sistemas agroforestales (café bajo sombra y cacao). En cada uno de estos sistemas se establecieron al azar 5 transeptos, donde se evaluó la biomasa arbórea, se establecieron cuadrantes también al azar, cuantificando la biomasa herbácea y la biomasa de hojarasca. Se concluye que el nivel de carbono encontrado en los transeptos de bosque primario son altos, la mayor parte sobrepasa los 400 t_m carbono/ha, en los bosques secundarios de 50 años están cercanos a un rango de 300 t_m carbono/ha y el 50% de estos transeptos presentan valores muy cercanos a los 200 t_m carbono/ha, en el bosque secundario descremado de 20 años sus valores están por encima de los 50 t_m carbono/ha. El sistema de café - guaba es un sistema de 4 años presentan valores de 19 t_m carbono/ha el sistema de cacao con especies forestales de 15 años, presentan valores de 47 t_m carbono/ha, asimismo cultivos anuales en las mismas áreas llegan a valores bajos de 5 t_m carbono/ha.

Belizario, G. (2,013), en el trabajo de investigación “Efectos del cambio climático en la temperatura y precipitación, Capachica - Perú”, concluye que en el mes de mayo las lluvias tienden a disminuir y en el mes de setiembre las tendencias significativas están influidas por la disminución de las precipitaciones. La tendencia en temperatura máxima presenta cambios significativos a nivel anual para los períodos analizados en la estación de Capachica, período (1,957 - 2,010), con tendencias a incrementar a nivel anual.

Guzmán, W. (2,003), estudió los humedales en la Amazonía Peruana, los cuales ocupan una superficie de 13'908,807 ha. La metodología está centrada en determinar por diferencia, el beneficio del manejo sostenible en los ecosistemas de aguajal. Entre las conclusiones se manifiesta que los ecosistemas de aguajal estarían proporcionando los más altos beneficios por captura de carbono, que cualquier otro ecosistema, siendo el suelo el componente de mayor almacenamiento de carbono el mismo que presenta entre 532 a 631 tm C/ha.

2.1.3 Antecedentes de Investigaciones a Nivel Internacional

Arellano, J., y de las Rivas, J. (2,006), en su trabajo “Plantas y cambio climático” - Instituto de recursos naturales y agrobiología de Salamanca-España, concluyen que el desarrollo y la distribución territorial de numerosas especies vegetales se verán afectadas por el cambio climático, derivado de los factores antropogénicos, el aumento en las concentraciones de CO₂ atmosférico y de la temperatura y por las variaciones en los perfiles de las precipitaciones atmosféricas. Manifiestan además que las plantas responderán a estas

situaciones de estrés mediante los mecanismos de foto - protección fisiológica y molecular.

Postigo, J. (2,012), realizó un trabajo de tesis en la Universidad de Texas donde encontró la existencia de un desplazamiento de las plantas hacia las partes de mayor altitud y una tendencia a la homogeneización de la vegetación. El calentamiento atmosférico, la reducción de la temporada de lluvias y la ampliación de los periodos de sequía y frío, son los impactos más relevantes del cambio climático. Recomienda que las sinergias entre las respuestas de adaptación local y regional al cambio climático, puedan ser orientadas por proyectos como la construcción de infraestructura de riego y el fortalecimiento de la gobernabilidad local de los recursos. Los sistemas ecológicos locales son adaptables y resistentes a perturbaciones ambientales y sociales multi - escalares, por la combinación de estrategias anteriores para enfrentar el cambio, la innovación, la organización social policéntrica, y un cuerpo dinámico institucional que responde prontamente al cambio.

En el artículo científico “Posibles efectos del cambio climático global en zonas silvestres protegidas de la zona andina de Ecuador”, se determinó que los efectos del cambio climático sobre las formaciones vegetales nativas, influyen en la distribución de estas formaciones como en la composición de las mismas; por tanto, resulta necesario que se adopten medidas tendientes a proteger mucho más las actuales áreas protegidas, así como sus límites y comunidades características. Yáñez, P., et al (2,011).

Tinoco, J. (2,011), En su estudio “Vulnerabilidad y adaptación del sector cafetalero ante el cambio climático” en Chiapas - México, trabajó con el

desarrollo de algunos modelos, donde establece que en los próximos 30 años la temperatura media del planeta, puede aumentar entre 1 y 4 °C; para México, se estima que podría incrementarse entre 1.5 a 2 °C la temperatura media anual; además señala que algunos posibles impactos por efecto del cambio climático son el incremento en la presión sobre los acuíferos, modificaciones en la distribución de la fauna silvestre, incremento en el nivel del mar, cambios en la distribución , rendimiento de los cultivos, etc.

Pereyra, D., et al (2,011). En el artículo científico: “La evapotranspiración real (ETR) en la cuenca del río La Antigua, Veracruz: Estado actual y ante escenarios de cambio climático” y publicado por la Universidad Veracruzana de México, observó que el incremento de la evapotranspiración real (ETR), en toda la cuenca del río La Antigua - México, tuvo los valores máximos en la parte baja y los valores mínimos en la zona de montaña, lo que causó un déficit en la humedad del suelo, por lo tanto fue necesario suministrar más agua a los cultivos agrícolas y en cuanto a la parte alta de la cuenca, el aumento de evapotranspiración real - ETR agudizó el estiaje.

Loyola, E.; et al. (2,011). Estudiaron la dinámica de los ecosistemas de Wirikuta, Municipio de Catorce - San Luis de Potosí - México (1,950 - 2,010), relevaron la importancia de los factores climáticos, los cuales ejercen control sobre la composición y dinámica de los ecosistemas de Wirikuta, donde se presentó la deforestación, la erosión y la alteración del funcionamiento de dicho paisaje, principalmente en la parte norte de la sierra de Catorce. Señalan que la deforestación afecta el ciclo hidrológico, al modificar la evapotranspiración, la humedad del suelo y los efectos que la vegetación ejerce sobre los vientos. Una sequía, es consecuencia de los fenómenos naturales relacionados con la

circulación atmosférica, pero, si a dichas variaciones atmosféricas, añadimos los cambios en el uso del suelo, y las perturbaciones provocadas, a nivel local, en la integridad funcional de los ecosistemas, entonces los impactos negativos producidos por la variabilidad y el cambio climático se incrementan, comprometiendo incluso, la existencia misma de los ecosistemas.

Sobre los Impactos del cambio climático en la agricultura en México; Conde, C.; et al. (2,004) encontraron que las variaciones en el clima constituyen un escenario de cambio climático bastante adverso a las actividades productivas de la región; además, se construyeron escenarios regionales a partir de técnicas estadísticas, los mismos que mostraron claramente estas condiciones para varios modelos de circulación general.

Los componentes hidrológicos tales como la escorrentía, recarga de acuíferos y producción del agua, son más afectados por el cambio climático que por el cambio de uso del suelo; y la alta producción de sedimentos está directamente relacionada a los valores altos de la precipitación y escorrentía superficial, siendo necesario contar con mayor información de caudales, muestreo de suelos, pruebas de conductividad hidráulica y varios registros de estaciones climáticas. Chávez, T. (2,012).

Ríos, S. (2,010), investigó la vulnerabilidad al cambio climático de tres grupos de productores agropecuarios, en el área de influencia del Bosque Modelo Reventazón (BMR) - Costa Rica, los resultados indican, que de acuerdo a la percepción de los grupos entrevistados y, las tendencias observadas de las variables climáticas: precipitación y temperatura, existe una vulnerabilidad a la variabilidad climática pero no al cambio climático. Existiendo un alto nivel de

confusión de la población en los aspectos relacionados a ambos temas, y recomienda que para disminuir la vulnerabilidad de las comunidades, al cambio climático, es necesario incrementar la capacidad adaptativa, y no es posible hablar de mecanismos de adaptación al cambio climático si la población y las comunidades no cuentan con las condiciones mínimas necesarias para satisfacer sus necesidades básicas.

Altamirano, M.; (2012), realizó estudios de agroforestería tropical y concluyó que no hubo evidencias significativas, que demuestre una relación entre los parámetros de temperatura, precipitación y la producción de cacao en Waslala - Nicaragua. Esto puede deberse al amplio rango de variabilidad que presentan los datos de las diferentes regiones tomadas en cuenta en este estudio, que fueron: manejo de la plantación (fertilización, podas, entre otras), variedades utilizadas en el cultivo, condiciones edafo - climáticas de la plantación y otros, que pudieran explicar las tendencias a largo plazo de la producción de cacao. Si la temperatura cambia de 24.1 a 26.5 °C y la precipitación de 2,750 mm a 1,430 mm en Waslala, como lo predicen los modelos de cambio climático analizados, los efectos en el cultivo de cacao en esta zona serán mínimos, ya que se mantendrán las condiciones óptimas para el mismo.

Se ha logrado la construcción de un modelo experto, para evaluar la aptitud física y económica actual potencial bajo escenarios de cambio climático, en la cuenca alta del río Reventazón - Costa Rica; además, enfatiza que a largo plazo, un cambio climático sin medidas de mitigación, superaría la capacidad de adaptación de los sistemas agrícolas. Recomienda tener una buena base de datos biofísicos, desde el punto de vista de aptitud de tierras, y contar con la más completa y actual información, sobre las características físico- químicas del suelo

de la zona de estudio y realizar las evaluaciones de sensibilidad al cambio climático, mediante nuevos modelos climáticos y validar con datos de clima de las estaciones locales, que se encuentran en la cuenca para el escenario actual potencial. Babilonia, R. (2,011).

Zamora, J. (2,011) estudió las implicaciones del cambio climático para el almacenamiento de carbono y la riqueza de especies en bosques naturales en Costa Rica, determinó que no existe un único conjunto de variables para explicar la biomasa aérea o la riqueza de especies. La diferenciación por diámetros mínimos de medición, indica un efecto mayor sobre los individuos de pequeño tamaño, siendo éstos más vulnerables ante el cambio climático. Las gradientes latitudinales, son una herramienta adecuada para el análisis de los potenciales impactos del cambio climático sobre los ecosistemas; Así mismo, establece que los modelos estadísticos de regresión lineal, no son los únicos utilizados para explorar la relación entre las variables ambientales y las respuestas de la vegetación, por lo que podría buscarse nuevas opciones en futuras investigaciones, tales como: el uso de modelos dinámicos de vegetación, debiendo buscar mayor cantidad de variables locales, que ayuden a explicar de mejor manera la relación entre clima y respuestas de la vegetación, para poder reducir los límites de predicción de los modelos de regresión así como profundizar la búsqueda de ecuaciones alométricas, adecuadas a cada tipo de bosque, principalmente el caso de los bosques de montaña.

Peñuelas, J., et al., (2,004), en el trabajo de investigación: “Efectos del cambio climático sobre los ecosistemas terrestres”, indican que la disponibilidad hídrica, es el factor crítico para evaluar los efectos del cambio climático sobre estos ecosistemas terrestres; concluyen que tanto el alargamiento de la vida de

las hojas de los caducifolios, como la aceleración de la renovación de las hojas de los perennifolios, fenómenos asociados al incremento de la temperatura, comportarán un aumento del agua transpirada que se añade a la mayor evaporación potencial, resultante del aumento de temperatura. En aquellos sitios dónde el bosque dispone de agua suficiente, para compensar esta mayor demanda hídrica, es de prever que aumente la producción forestal. Ahora bien, en los sitios con déficit hídrico, que representan la mayor parte de los ecosistemas terrestres, se pueden esperar cambios importantes que van desde la reducción de la densidad de árboles, hasta cambios en la distribución de especies. En casos extremos, áreas actualmente ocupadas por bosque pueden ser sustituidas por matorral, y áreas actualmente ocupadas por matorrales pueden padecer erosión.

2.2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.2.1 Clima

Curi, N., et al (1,993) definen al clima, como “El conjunto de influencias atmosféricas o meteorológicas, especialmente temperatura, humedad, lluvia, presión, viento y evaporación, las cuales combinadas caracterizan y dan individualidad a una región”. Los autores señalan que hay dos sistemas climáticos importantes en el mundo: el primero es De Gaussen e Bagnolus, que se basa en el ciclo anual de temperatura y precipitación, utilizando el índice xerotérmico (IX) y el diagrama Ombrotérmico. Con estos dos, el clima es clasificado en regiones y sub-regiones; el segundo es el De Koppen, representado por un conjunto de letras: A - clima húmedo y caliente, temperatura del mes más frío mayor que 18 °C; B = clima seco, evapotranspiración >

precipitación y C= clima mesotermal húmedo, temperatura del mes más frío entre los 18 y -3 °C.

Dias, V. (1,992) define clima como “El estado de la atmósfera expresado principalmente por medio de temperaturas, lluvias, insolación, nebulosidad, etc. Como por ejemplo: clima polar, temperado, tropical, subtropical, desértico, etc.

2.2.2 Parámetros del Clima y Cambio Climático

a. Temperatura

El incremento de la temperatura acelera el proceso de descomposición microbiana ello seguido a más largo plazo por el de formación del humus, interacciona fuertemente con otros procesos del ciclo del carbono como el de respiración y mineralización. De la Rosa, D. (2,008). Por su parte, Bono E. (2,008), indica que un impacto del cambio climático sería el colapso de los ecosistemas. Las tasas pronosticadas de extinción de especies se dispararán una vez superado el umbral de 2 °C de incremento con 3 °C de incremento, del 20 % al 30 % de las especies se encontrarían en alto riesgo de extinción con grandes pérdidas de biodiversidad y servicios del ecosistema.

De la Rosa, D. (2008), indica que el aumento de la temperatura acompañado de una mayor sequedad del suelo, acelerará el proceso microbiano de descomposición de los residuos vegetales; los científicos han puesto de manifiesto los efectos combinados que los cambios en las concentraciones en la atmósfera de los gases de efecto invernadero (GEI) han tenido en los patrones de lluvia durante el siglo pasado. A nivel mundial, las investigaciones separan

diferentes bandas latitudinales (40-70°N; 0- 30°N; 0-30°S) con aumentos y disminuciones importantes de las precipitaciones totales (+20 a 85 %; -20 a 40%; +75 a 120 %; respectivamente en cada banda), aportando datos precisos sobre la contribución antrópica a esos cambios.

b. Precipitación

Los patrones de lluvia: Cantidad de lluvia y distribución temporal; actúan como factores determinantes del cambio climático, así por ejemplo el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo- PNUD (2,014), indica que las lluvias intensas se han duplicado en los últimos 4 años en el Perú: 899 mm/año en 2,008; 827 en 2,009; 1,136 en 2,010; 1,463 en 2,011 y 1,618 en 2,012. En el año 2,012 los incendios forestales fueron 111 - duplicando a la mayor frecuencia registrada previamente: 65 en el año 2,005 y estuvieron vinculados a períodos excepcionalmente secos y calurosos.

c. Ecosistema

Ecosistema es un sistema biodiverso de seres vivos (como plantas, animales y microorganismos) que dependen entre sí, que comparten el mismo hábitat e interactúan con el entorno físico. Los ecosistemas se convierten en mecanismos de transmisión de los impactos del cambio climático sobre el desarrollo humano, porque los medios que brindan para el bienestar ampliación de las oportunidades y capacidades de las personas, se ven afectados por el calentamiento global.

El Vocabulario básico de medio ambiente, señala que es “un sistema abierto que incluye los factores físicos y biológicos (elementos bióticos y abióticos) del ambiente y sus interacciones, lo que resulta en una diversidad biótica con estructura trófica claramente definida y en el cambio de energía y materia entre esos factores”. Días, V. (1,992).

La dinámica de los ecosistemas terrestres depende de las interacciones entre diversos ciclos biogeoquímicos, particularmente el ciclo del carbono, los ciclos de nutrientes y el ciclo hidrológico, todos los cuales pueden resultar modificados por las actividades de las personas. Los sistemas ecológicos de la tierra, por medio de los cuales el carbono queda retenido en la biomasa viva, en la materia orgánica en descomposición y en el suelo, desempeñan un papel importante en el ciclo del carbono mundial. El carbono es intercambiado de manera natural entre estos sistemas y la atmósfera mediante los procesos de fotosíntesis, respiración, descomposición y combustión. Las actividades humanas alteran el carbono almacenado en esos reservorios y los intercambios entre éstos y la atmósfera, mediante el uso de las tierras, el cambio de uso de las tierras y las actividades forestales (UTCUTS), entre otras actividades. IPCC (2,000).

d. Cambio Climático

García, J. (1,994). Para el estudio del cambio climático en el pasado, los períodos de tiempo y las evidencias asociadas a ello, se pueden distinguir las siguientes categorías:

Período de orden de millones de años: Para el estudio de Paleoclimas a través de la Paleoclimatología.

Períodos en últimos millones de años, cuyo significado puede ser interpretado en términos de formas de vida de épocas geológicas recientes. Estos corresponden a la geocronología.

El mismo autor señala que entre los indicadores de climas pasados, el conocimiento del clima predominante, en períodos de millones de años, está relacionado con los fósiles (anillos de árboles), animales, polen (ciencia de la Palinología). Existen indicadores litogenéticos de climas pasados tales como: aluviones, depósitos de sal, sedimentación, terrazas, dunas; además de indicadores morfológicos de climas pasados tales como: relieve, antiguas playas, dunas, relieves glaciales, morenas, eskers, terrazas fluviales, entre otras.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC), en su Artículo 1, define 'cambio climático' como: 'Un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables. La CMCC distingue entre 'cambio climático' atribuido a actividades humanas que alteran la composición atmosférica y 'variabilidad climática' atribuida causas naturales. Panel intergubernamental para cambio climático - IPCC (2,007).

El cambio climático que viene experimentando el planeta, caracterizado por los efectos del calentamiento global (alteración de ciclos de lluvias, mayor erosión de suelos, mayor incidencia de desastres naturales, mayor escasez de

agua, menor productividad agrícola, inseguridad alimentaria, cambio en los ecosistemas que sustentan la diversidad biológica), es consecuencia del denominado - efecto invernadero, causado por el considerable incremento de las emisiones de diversos gases, principalmente el dióxido de carbono (CO₂) proveniente sobre todo de la quema de combustibles fósiles. Los gases de efecto invernadero se acumulan en la atmósfera y ocasionan la elevación de la temperatura media del planeta, la pérdida de glaciares en los polos y en las altas cumbres montañosas, así como la modificación del régimen de lluvias. Municipalidad provincial de Ayabaca (2,012).

El cambio climático es una alteración importante en el estado y flujo promedio del clima, que se mantiene durante un periodo prolongado (normalmente decenios o incluso más), puede tener causas naturales, originadas por la actividad humana. Además, se indica que el cambio climático en proceso es principalmente producido por el calentamiento global causado por el aumento de emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI). De ellos, el más abundante actualmente es el dióxido de carbono (CO₂), emitido principalmente por el uso excesivo de combustibles fósiles, estos gases, que incluyen también al metano y óxidos de nitrógeno, absorben la radiación infrarroja proveniente de la tierra, propiciando que la energía solar recibida por el planeta durante el día, no se pierda totalmente en el espacio exterior. Es por ello que se registra un aumento en la temperatura promedio de la atmósfera cerca de la superficie del planeta, lo que genera cambios en los patrones del clima global. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD (2,014).

e. Diversidad Vegetal frente al Cambio Climático

Los cambios esperados en los procesos que tienen lugar preferentemente en los horizontes de los suelos explorados por las raíces, con la consiguiente liberación de nutrientes, así como el propio efecto del CO₂, debe tener un fuerte impacto sobre la producción de biomasa con importantes implicaciones sobre el ciclo global del carbono. Arellano, J. y de las Rivas, J. (2,006).

Los pisos altitudinales requeridos por los cultivos, se elevan ocasionando una serie de trastornos en la naturaleza, por ejemplo, el maíz antes crecía a 2,800 m.s.n.m y ahora puede crecer hasta 3,000 m.s.n.m o más; eso significa que los pisos ecológicos o hábitats se están desplazando hacia arriba como resultado de las mayores temperaturas. Este fenómeno afecta la distribución de plantas y animales, con el riesgo de extinción de algunas especies endémicas de fauna y flora, a la vez que abre la oportunidad de cultivos en zonas donde antes no era posible. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD (2,014).

Los estudios indican que para el año 2,100 la concentración de CO₂ en la atmósfera alcanzará las 760 ppm., aproximadamente el doble de la actual; el efecto directo de este fenómeno sobre los suelos se relaciona principalmente con la población faunística y microbiana, la mineralización, la disponibilidad de nutrientes y la producción de biomasa (flora). Sobre la influencia del aumento de la temperatura, se observa que en condiciones de campo hay aumentos en la diversidad de la población faunística, a condición de que la disponibilidad hídrica no disminuya excesivamente; ya que si ello ocurre, el efecto pasa a ser negativo.

De esta forma, los ecosistemas naturales y agrícolas aumentarán considerablemente su capacidad de retención de CO₂ durante los próximos 50 - 100 años. Arellano, J. y de las Rivas, J. (2,006).

Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente - Gobierno Regional Piura. (2,012), en el libro “La zonificación ecológica económica (ZEE) de la región Piura”, indica que en la sierra existen cultivos temporales o estacionales que ocupan las laderas, zonas colinosas, donde el agua está restringida a la época de lluvias. En las quebradas, en zonas cercanas y en las riberas de los ríos se evidencia cultivos semipermanentes como, caña de azúcar, plátano, cultivos permanentes como café, asociados a árboles de guaba, constituyendo sistemas agroforestales.

f. Nutrición del Suelo y su Relación con el Cambio Climático

El suelo, como componente del sistema de producción suelo-planta-clima-manejo, es a su vez un sistema por sí mismo, y que por lo tanto funciona como una unidad en respuesta a la interacción directa de todos sus componentes, o sea que para lograr la expresión concreta de toda la potencialidad de un suelo, es necesario contribuir a la acción articulada de cada uno de sus fracciones particulares. Entre los componentes del sistema nutricional del suelo, menciona factores físicos tales como: profundidad de la capa arable, compactación y contenido de humedad. Factores químicos: el tipo de sistema coloidal dominante, y el conocimiento y comprensión que se tenga del mismo, el tipo de elemento del que se trate, el tipo de sistema de cultivo que se tenga, y el manejo que se le ha efectuado. Factores biológicos: La rizósfera,

el poder amortiguante y la capacidad almacenadora del componente orgánico. Meléndez, G y Molina, E. (2,001).

El cambio climático es debido al incremento de la concentración de CO₂ en la atmósfera, lo que provoca un aumento de la temperatura del suelo; y altera los patrones de precipitación y evaporación, provocando modificaciones en el régimen de humedad del suelo. Arellano, J. y de las Rivas, J. (2,006).

La erosión de suelos es uno de los procesos que mayor perjuicio genera a la agricultura alimentaria del Perú, sobre todo en la región sierra (30% del territorio nacional), que es muy vulnerable a este efecto. Esta vulnerabilidad se agudiza por inestabilidad en las lluvias estacionales, por acontecimientos periódicos como el Fenómeno El Niño (FEN).

De la Rosa, D. (2,008), establece que a lo largo de este siglo, la temperatura del suelo aumentará considerablemente como consecuencia del incremento esperado de la temperatura global, de 1,4 a 5,8 °C, y debido al enriquecimiento de la atmósfera en gases de efecto invernadero. Este calentamiento global tendrá un fuerte impacto sobre los procesos y calidad del suelo, muy especialmente sobre la respiración y mineralización, la producción de biomasa, y la erosión, contaminación y otros fenómenos degradativos, mencionando así a los siguientes:

- **Fertilidad natural.**- En muchos ecosistemas terrestres, el ciclo del carbono suele estar relacionado con los ciclos de los nutrientes, muy especialmente del nitrógeno. Así, cambios en el ritmo de descomposición de la materia orgánica debido al calentamiento global pueden afectar la mineralización

del nitrógeno, las emisiones de N_2O y NO , y el nivel de fertilidad natural. Está demostrado que la sequedad del suelo provocada por el incremento de temperatura eleva las emisiones de N_2O y NO . La escasez de humedad es el principal factor determinante de los procesos microbianos de la rizósfera. A su vez, la mayor movilidad de los nutrientes ocasionada por el incremento de la temperatura provocará la pérdida por lavado de dichos elementos.

- **Efectos del suelo sobre el cambio climático.**-Dependiendo del tipo de uso y manejo, el suelo puede actuar como fuente o por el contrario como sumidero de CO_2 atmosférico. De acuerdo con el ciclo global del carbono en los ecosistemas agrícolas, el sistema suelo actuará como emisor de CO_2 a la atmósfera siempre que la cantidad de biomasa que se incorpore al propio suelo en forma de estiércol o residuos sea menor que las pérdidas de carbono ocasionadas por los procesos de mineralización, erosión y lavado. Por el contrario, el sistema-suelo será capaz de capturar y retener CO_2 siempre que, por ejemplo, se reforesten las tierras marginales o de escaso interés agrícola, aumentando su contenido en materia orgánica. En general, la capacidad de secuestro de carbono de los suelos se hará efectiva cuando se consiga un uso y manejo sostenibles.

- **El suelo como sumidero del GEI.**- Los procesos que afectan la dinámica del carbono orgánico en los suelos, puede ser modificado por perturbaciones naturales y por manipulaciones antrópicas. Entre estas últimas, las actividades agrícolas que favorecen la captura y retención estable del CO_2 atmosférico destacan: la reforestación de áreas marginales; la máxima producción de biomasa; la incorporación al suelo de los residuos de los cultivos;

la reducción del laboreo; la racionalización del uso de fertilizantes; y la explotación biológica de nutrientes, en especial nitrógeno y fósforo. De esta forma, el suelo agrícola puede ser receptor neto de CO₂ y CH₄ si es utilizado y manejado adecuadamente.

La velocidad de recuperación del secuestro de CO₂ por los suelos, siguiendo estas prácticas recomendadas, es mayor en los climas fríos y húmedos (300 - 500 kg/ha/año) que en los cálidos y secos (50 - 200 kg/ha/año). En casos excepcionales, esta velocidad de secuestro de los suelos agrícolas ha llegado a ser de 1 tm/ha/año.

Existen una serie de opciones tecnológicas, algunas referidas al uso y manejo del suelo, para lograr una captura de CO₂ atmosférico del orden de 6 Gt anuales. Entre estas medidas relacionadas con los suelos, destaca la reforestación de zonas agrícolas marginales o de suelos degradados con lo que se lograría capturar carbono tanto para la producción de biomasa forestal como para aumentar la materia orgánica de dichos suelos.

- ***Respiración y mineralización.***- Sobre el grado y sentido de la afectación de los múltiples procesos relacionados con el carbono que tienen lugar en la rizósfera, debido al efecto del CO₂, la mineralización aumenta sólo si se produce también un incremento de la temperatura del suelo; y la capacidad de acumulación de carbono, tanto del suelo como de la vegetación, si es previsible que aumente considerablemente. La mayor temperatura del suelo producirá un incremento del proceso de respiración de dicho suelo, y como consecuencia un aumento de las emisiones de CO₂ a costa del contenido en materia orgánica. No obstante esta simple relación causa-efecto puede ser drásticamente alterada por

otros factores, como por ejemplo el contenido en humedad del suelo. En cuanto a los impactos sobre los recursos edáficos existe una pérdida de carbono orgánico de los suelos del 7 % por cada grado de aumento de la temperatura; valor que podría variar según el cambio en la precipitación y las características intrínsecas de cada suelo.

- **Capacidad productiva.-** Sobre la capacidad productiva de los suelos, el impacto de un incremento de las temperaturas va a depender muy probablemente de la latitud, las precipitaciones y el tipo de suelo. En las latitudes más altas, con períodos de desarrollo vegetativo cortos, el calentamiento del suelo, con el asociado incremento de la mineralización, estimulará la producción de biomasa. De este modo, el calentamiento en Europa ocasionó un desplazamiento hacia el norte de las zonas de mayor interés agrícola, determinando un incremento de la productividad y de la eficiencia en el uso de los recursos rurales. En Canadá, se determinó que un incremento de 2 a 6 °C en las temperaturas mínimas durante los meses de invierno afecta la supervivencia de los cultivos forrajeros perennes. La menor duración de la capa protectora de nieve durante el invierno causa daños importantes sobre dichos cultivos. Esta inesperada forma en que las temperaturas más cálidas afectarán negativamente el desarrollo de los cultivos, pone de manifiesto la complejidad con que el cambio climático puede afectar el funcionamiento del sistema suelo-planta.

- **Erosión.-** El aumento del riesgo de erosión del suelo será fundamentalmente debido al: i) incremento de la frecuencia e intensidad de los episodios extremos de lluvias; ii) disminución del contenido en materia orgánica y, como consecuencia, deterioro estructural de los suelos; y iii) deterioro de la

capacidad protectora de la cubierta vegetal debido a la mayor descomposición de los residuos de los cultivos. El incremento de la temperatura conducirá a más fuertes y prolongados períodos de sequía, mayor extensión de las condiciones de aridez, disminución de la materia orgánica de los suelos, erosión, salinización y desertificación. Incluso en las tierras marginales, la pérdida de productividad acentuará la degradación de los suelos, hasta llegar a una erosión masiva que propicie su abandono y la imposibilidad de un uso futuro de dichas tierras. Otro proceso degradativo que se verá afectado por el cambio climático es la salinización del suelo. El aumento de la evapotranspiración y de la sequía afectará el nivel freático, la intrusión salina y la acumulación de sales en la zona de enraizamiento del suelo, en los climas áridos y semiáridos.

g. Gases de Efecto Invernadero (GEI) y Cambio Climático

Gases integrantes de la atmósfera de origen natural y antropogénico, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la tierra, la atmósfera y las nubes. El dióxido de carbono (CO_2), óxido nitroso (N_2O) y metano (CH_4) son los principales gases de efecto invernadero en la atmósfera terrestre. Además existe en la atmósfera una serie de gases de efecto invernadero totalmente producidos por el hombre, como los halocarbonos y otras sustancias que contienen cloro y bromuro, de las que se ocupa el Protocolo de Montreal. Además del CO_2 , N_2O , y CH_4 , el Protocolo de Kyoto aborda otros gases de efecto invernadero, como el hexafluoruro de azufre (SF_6), los hidrofluorocarbonos (HFC), y los perfluorocarbonos (PFC). Grupo Consultivo de Expertos sobre las Comunicaciones Nacionales de Las Partes no incluidas en el anexo I de la Convención - GCE (2,012).

Jaramillo, V. (2,007), toma como referencia datos reportados por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático - IPCC (2,001), donde se establece que las plantas superiores adquieren el CO_2 ambiental por difusión a través de los estomas, y es transportado a los sitios donde se lleva a cabo la fotosíntesis. Cierta cantidad de este CO_2 regresa a la atmósfera, pero la cantidad que se fija y se convierte en carbohidratos durante la fotosíntesis se conoce como producción primaria bruta (PPB). La mitad de la PPB (60 Pg C/ año) se incorpora en los tejidos vegetales, como hojas, raíces, y la otra mitad regresa a la atmósfera como CO_2 debido a la respiración autotrófica (respiración de los tejidos vegetales, R_a).

El crecimiento anual de las plantas es el resultado de la diferencia entre el carbono fijado y el respirado. Se le conoce como producción primaria neta (PPN) y en el nivel global se ha estimado en 60 Pg C/año (1 Pg de carbono equivale a mil millones de toneladas de carbono). Eventualmente, en el transcurso de pocos a muchos años, casi todo el C fijado por vía de la PPN regresa a la atmósfera por medio de dos procesos: la respiración heterótrofa (R_h), que incluye a los descomponedores de la materia orgánica (bacterias y hongos que se alimentan de tejidos muertos y de exudados) y a los herbívoros; y por la combustión en los fuegos naturales o antropogénicos. Gran parte de la biomasa muerta se incorpora a la materia orgánica del suelo, donde es “respirada” a diferentes velocidades dependiendo de sus características químicas. Se producen así almacenes de carbono en el suelo que lo regresan a la atmósfera en diferentes periodos. La diferencia entre la fijación de carbono por la PPN y las pérdidas por la R_h , en ausencia de otras perturbaciones que producen pérdidas de carbono (p. ej. el fuego o la cosecha), se conoce como la producción neta del ecosistema (PNE). Y cuando todas las pérdidas de carbono

se contabilizan, tales como el fuego, la cosecha o la remoción, el transporte por los ríos a los océanos y la erosión, lo que queda es el carbono que acumula efectivamente la biosfera nivel global, y que se conoce como la producción neta del bioma (PNB).

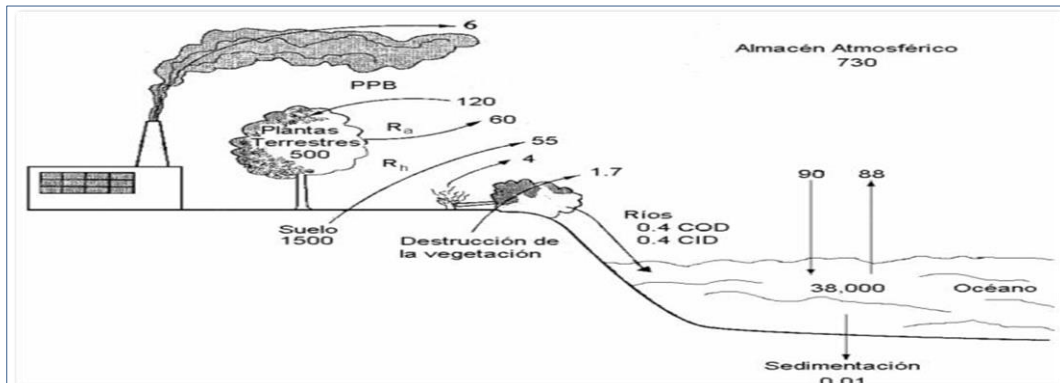


Figura 2.1. El ciclo global del carbono.

(Los almacenes están expresados en Pg C y los flujos en Pg C/año. PPb = Producción primaria bruta; R_a =Respiración autótrofa; R_h = Respiración heterótrofa; COD = Carbono orgánico disuelto. Fuente: Esquema actualizado del PCC 2001)

Cuantecontzi, D (2,004). Reporta que en I Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) donde cerca de 140 científicos y expertos de más de 30 países colaboraron en la elaboración de los inventarios de los gases de efecto invernadero, estudiaron el metano cuyo gas se produce por la descomposición anaeróbica de la materia orgánica en los sistemas biológicos. Los procesos agrícolas como el cultivo de arroz inundado, la fermentación entérica en los animales y la descomposición de los desechos de éstos, emiten metano. La concentración media global de metano en la atmósfera en 1994 fue de 1,720 partes por mil millones en volumen (ppmm), mostrando un incremento de 145 % en relación con la concentración existente en el periodo previo a la industrialización (700 ppmm). El metano tiene un periodo de vida de 12 años y es eliminado de la atmósfera por reacciones químicas. Se estima que el 60 a 80

% de las emisiones actuales de metano provienen de las actividades antropogénicas. Los modelos proyectan cambios en la concentración de metano en la atmosfera entre los años 1,998 y 2,100, que oscilan entre -90 y +1,970 partes por billón en volumen, o sea una variación entre -11% y +112 % de la concentración en el periodo previo a la industrialización. El metano es destruido en la baja atmósfera por reacción con radicales hidroxilo libres (-OH). Además se menciona que como el CO₂, sus concentraciones aumentan por acción antropogénica directa e indirecta.

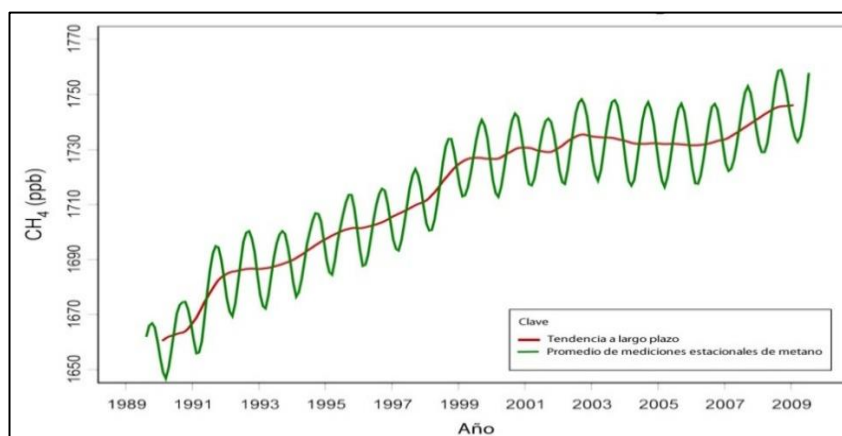


Figura 2.2. El gas metano en la atmósfera al 2,009.

Fuente: Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC).

h. Ciclo Global del Carbono y el Sector Uso de la Tierra, Cambio del Uso de la Tierra y la Silvicultura (UTCUTS).

El carbono en sus compuestos inorgánicos y orgánicos, sobre todo el dióxido de carbono (CO₂), pasa por un ciclo entre la atmósfera, los océanos y la biosfera terrestre. El mayor intercambio natural se da entre la atmósfera y la biosfera terrestre. La vegetación absorbe el CO₂ de la atmósfera mediante la fotosíntesis y el dióxido de carbono es devuelto a la atmósfera a través de la

respiración de la propia vegetación (respiración autótrofa) y la descomposición de la materia orgánica en suelos y hojarasca (respiración heterotrófica). La quema de combustibles fósiles y los cambios de uso de la tierra constituyen los principales procesos antropogénicos que liberan CO₂ a la atmósfera. Sólo una parte de este CO₂ permanece en la atmósfera, el resto es absorbido por la tierra (plantas y suelos) o por el océano. Se estima que la media anual mundial agregada de emisiones de carbono del sector antropogénico para la década de los noventa, es de unas 7,9 Gt C. Grupo Consultivo de Expertos sobre las Comunicaciones Nacionales de Las Partes no incluidas en el anexo I de la Convención - GCE (2,012).

La aparición de la vida, sobrepuso al ciclo geoquímico del carbono un ciclo biogeoquímico de corto plazo. En éste dominan dos grandes transferencias anuales de carbono: el flujo de CO₂ de la atmósfera a las plantas como resultado de la fotosíntesis, y el regreso de CO₂ a la atmósfera como resultado de la descomposición de la materia orgánica. En los periodos de la historia de la tierra, en los que la producción de materia orgánica ha excedido a su descomposición, el carbono orgánico se ha acumulado en los sedimentos geológicos. Jaramillo, V. (2,007).

Lazcano, C. (2,003). Sobre el ciclo del carbono sostiene que el aire atmosférico se encuentra formado por dióxido de carbono (CO₂), el cual se encuentra disuelto en el agua y es utilizado por las plantas, algas y bacterias fotosintéticas, durante la fotosíntesis, para incorporar el carbono al ciclo en forma de carbohidratos (C₆H₁₂O₆), y transformarlos en proteínas y grasas, que sirven de alimento a los herbívoros y carnívoros y estos a su vez a los omnívoros de la cadena trófica; una vez muertos estos organismos las bacterias y hongos

descomponedores, incorporan el CO₂ al aire por la respiración, fermentación y putrefacción. Otra forma de incorporar el CO₂ al aire es por la respiración de las plantas, animales y bacterias aeróbicas.

Cuantecontzi, D. (2,004). Citando datos del Panel Intergubernamental del Cambio Climático - IPCC (2,001), manifiesta que las concentraciones de CO₂ en la atmosfera se incrementaron de 280 ppmv (partes por millón en volumen), en los tiempos previos a la industrialización (1,750) a 367 ppmv en 1,999, es decir hubo un aumento de 31 %, ello se debe en gran medida a las actividades humanas, particularmente aquellas relacionadas con la combustión de los energéticos fósiles, la deforestación, entre otros.

El fondo para el medio ambiente mundial - FMAM (2,012); establece que el sector del uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y la silvicultura (UTCUTS) es importante para la mitigación del cambio climático, pues constituye una fuente importante de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y para el almacenamiento de carbono, y porque influye en el ciclo del carbono. Como consecuencia del cambio del uso de la tierra, como la conversión de bosques en terrenos agrícolas, se emiten grandes cantidades de GEI a la atmósfera. Según la información del Panel Intergubernamental del Cambio Climático - IPCC (2,007), se estima que las emisiones de GEI procedentes de este sector corresponden al 20 % del total de emisiones mundiales producidas por las actividades humanas, aunque otros han estimado que este sector representa entre el 10 y el 15 % del total de emisiones.

En los últimos siglos se han liberado grandes cantidades de carbono como consecuencia de la tala de bosques durante la última parte del siglo XX,

se indica además que el carbono es absorbido tanto por la vegetación como por los suelos de los ecosistemas terrestres. La cantidad de carbono almacenado es actualmente mucho mayor en los suelos que en la vegetación, particularmente en los ecosistemas no forestados de latitudes medias y altas. Entre 1,850 y 1,998 se han emitido a la atmósfera, como consecuencia del quemado de combustibles de origen fósil y de la producción de cementos, aproximadamente 270 (+30) Gigatoneladas de carbono (Gt C) en forma de CO₂. Como consecuencia del cambio de uso de la tierra, se han emitido unas 136 (+55) Gt C. Ello ha dado lugar a un aumento del contenido de CO₂ en la atmósfera de 176 (+10) Gt C. Las concentraciones en la atmósfera aumentaron de 285 a 366 ppm aproximadamente (un 28 %), y un 43 % aproximadamente de las emisiones totales en ese período han permanecido en la atmósfera. Se estima que el resto, unas 230 (+60) Gt C, ha sido absorbido en cantidades aproximadamente iguales por los océanos y por los ecosistemas terrenos. Panel Intergubernamental sobre Cambio climático. IPCC (2,000).

Los cambios en el uso y la gestión de la tierra influyen en la cantidad de carbono de la biomasa vegetal y los suelos. Se estima que la contribución del este sector cambio de uso de la tierra – CUTS a las emisiones mundiales de carbono fue de aproximadamente 1,6 Gt C por año (durante los noventa). La deforestación es una fuente importante de emisión de carbono dentro del sector uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura - UTCUTS. Un ejemplo de las comunicaciones nacionales de tres países en vías de desarrollo (Argentina, Indonesia y Zimbabue), que elaboraron inventarios según las Directrices del IPCC revisadas en 1,996, para el año 1,994, indica que el sector CUTS podría tener un impacto significativo en las emisiones netas nacionales medidas en equivalentes de CO₂ (CO₂eq.) en los países en vías de desarrollo y

podría constituir una fuente significativa o un sumidero de CO₂. Entre estos tres países, el sector UTCUTS fue un sumidero neto en Argentina y Zimbabue y una fuente neta en Indonesia. La incorporación del sector CUTS al inventario tuvo el siguiente impacto en las emisiones nacionales de GEI: – En Argentina, el total de emisiones de CO₂ fue, excluyendo al sector CUTS, de 119 Teragramos de CO₂ - Tg CO₂ (1 teragramo equivale a un millón de toneladas) y de 84 Tg CO₂, incluyendo el sector CUTS; – Zimbabue pasó de ser una fuente de 17 Tg CO₂, sin incluir al sector CUTS, a un sumidero de 45 Tg CO₂ al incluir al sector CUTS; – En Indonesia, la emisión total de CO₂ fue de 189 Tg sin incluir al sector CUTS, e incluyéndolo, las emisiones se incrementaron a 344 Tg CO₂. De igual modo se dan las directrices para el inventario de Gases de efecto invernadero – GEI, en el sector CUTS. Este enfoque por defecto consiste en estimar el inventario de GEI mediante cuatro categorías:

a) Cambios en bosques y otras reservas de biomasa leñosa.- Los efectos más importantes de las interacciones de los seres humanos con el bosque, se consideran dentro de una amplia categoría única que incluye la gestión comercial, la extracción de rollizos industriales (troncos) y leña, la producción y el uso de objetos de madera, así como el establecimiento y la explotación de cultivos forestales, la plantación de árboles en terrenos urbanos, pueblos y otros terrenos no forestales.

b) Conversión de bosques y pastizales.- La conversión de bosques y prados a cultivos y otras formas de explotación puede cambiar significativamente las reservas de carbono en la vegetación y en el suelo.

c) Abandono de tierras agrícolas, pastos, plantaciones forestales y otros terrenos explotados.- Que regeneran su condición previa de bosques o prados.

d) Emisiones y absorciones de CO₂ de los suelos.- Esta categoría abarca las emisiones o absorciones de CO₂ derivadas de: cultivo en suelos minerales, cultivo en suelos orgánicos, y aplicación de cal en suelos agrícolas. Grupo Consultivo de Expertos sobre las Comunicaciones Nacionales de Las Partes no incluidas en el anexo I de la Convención - GCE (2,012).

Fondo para el medio ambiente mundial - FMAM (2,012), indica que en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), el uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS) se define como un sector referido al inventario de gases de efecto invernadero que comprende la emisión y la extracción de gases de efecto invernadero como resultado de actividades directas, inducidas por el ser humano, de uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura. Las actividades asociadas al sector del UTCUTS pueden influir en el ciclo mundial del carbono al contribuir a la adición o extracción de GEI de la atmósfera.

El sector del uso de la tierra, incluidas la silvicultura y la agricultura, es una fuente importante de emisiones de gases de efecto invernadero antropogénicas (producto del humano). El cambio del uso de la tierra, principalmente la deforestación, contribuyó aproximadamente al 20 % del total de emisiones entre 1,989 y 1,998. El sector tiene un gran potencial para mitigar el cambio climático y es clave para la mayoría de los países en desarrollo. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD (2,014).

CUTS (Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura) – El uso de la tierra hace referencia al tipo de actividad que se lleva a cabo en un terreno, tales como tierra forestal, de cultivo o pastizal. En las directrices del IPCC revisadas en 1,996 se hace referencia a las fuentes y sumideros asociados con la emisión/eliminación de GEI (gases de efecto invernadero) derivada de aquellas actividades humanas que: - Cambian la forma en la que se emplea la tierra (p. ej., limpiar los bosques para convertirlos en campos agrícolas). - Afectan a la cantidad de biomasa de las reservas de biomasa existentes (p. ej., bosques, árboles en zonas urbanas, sabana) y las reservas de carbono del suelo. Grupo Consultivo de Expertos sobre las Comunicaciones Nacionales de Las Partes no incluidas en el anexo I de la Convención - GCE (2012).

UTCUTS (Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura) - Aquí se incluyen las emisiones/eliminaciones de gases de efecto invernadero derivadas del uso de la tierra (que no implican ningún cambio, como en el caso de un terreno boscoso que permanece como tal) y cambios de uso de la tierra (que implican cambios en el uso de la tierra, como la conversión de un pastizal a bosque o de un bosque a tierra de cultivo). Grupo Consultivo de Expertos sobre las Comunicaciones Nacionales de Las Partes no incluidas en el anexo I de la Convención - GCE (2,012).

i. Actividad Antrópica y su Efecto en el Cambio de Uso de la Tierra

Referido al ser humano y sus actividades como el denominador común de todos los componentes del cambio ambiental global, que han adquirido enormes

proporciones con relación a los flujos de energía y materiales, en el nivel global y según cálculos en el período 1,990 a 2,000, alrededor del 20 % de las emisiones antrópicas totales fue debido a la deforestación tropical, a la quema de biomasa y a las prácticas agrícolas. De la Rosa, D. (2,008).

El efecto combinado del calentamiento en marcha y de actividades humanas como la deforestación y expansión agrícola podría estar convirtiendo algunas zonas de la Amazonía en emisores netos de CO₂. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo- PNUD (2,014).

El Panel intergubernamental sobre Cambio climático - IPCC (2,001), establece que el ser humano consume directamente, cerca de 2 % de la productividad primaria neta de los ecosistemas terrestres, pero al hacerlo utiliza o destruye cerca de 40 % del total. Así, las perturbaciones del ciclo global del carbono, tienen graves repercusiones en el clima del planeta, debido a las propiedades del CO₂ y del CH₄ como gases de efecto invernadero: a una mayor concentración en la atmósfera mayor temperatura promedio global del planeta. Por otro lado, los riesgos por uso de metales pesados y pesticidas aumentan proporcionalmente más que los riesgos por fertilizantes. La capacidad de los ecosistemas terrestres para funcionar como sumideros de carbono depende, de manera importante, del “efecto de fertilización” debido al aumento en la concentración del bióxido de carbono en la atmósfera y a la deposición del nitrógeno atmosférico, que se ha emitido en exceso por diversas actividades humanas. El efecto de fertilización por el CO₂ es posible ya que su concentración atmosférica actual limita la capacidad productiva de las plantas.

2.3. MARCO CONCEPTUAL

2.3.1 Cambio Climático.- Cambios en el clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables. Naciones Unidas (1,992). De igual modo se define como los cambios en el clima, lo que ha traído la modificación de los patrones de lluvia en todo el mundo. Diccionario Ingeniero técnico Word Reference (2,014).

2.3.2 Deforestación.- Destrucción del bosque. La deforestación es una amenaza para la flora, fauna y el suelo. Diccionario Ingeniero técnico Word Reference (2,014).

2.3.3 Dióxido de Carbono.- Gas cuya fórmula es CO_2 , es uno de los gases causantes del efecto invernadero. Diccionario Ingeniero técnico Word Reference (2,014).

2.3.4 Diversidad.- Abundancia, gran cantidad de varias cosas distintas. Diccionario Ingeniero técnico Word Reference (2,014).

2.3.5 Efecto Invernadero.- Es el aumento de la concentración de los gases tales como el dióxido de carbono, el metano y los óxidos de nitrógeno, entre otros, lo que hace que la atmósfera retenga un porcentaje superior del calor emitido por la tierra, produciéndose un calentamiento global. Este calentamiento podría, si alcanzara niveles críticos, fundir parte de los casquetes polares, lo que elevaría el nivel de los mares, provocando inundaciones de algunas zonas

costeras donde se concentra una parte muy importante de la población humana en el planeta. Además de la desaparición de especies vegetales y animales susceptibles a cambios de temperatura. Sánchez, M. (2,008).

2.3.6 Fisiografía.- La fisiografía es la descripción de las formas del relieve de la naturaleza, clasifica las formas de los paisajes y las relaciona con aspectos de la geología, clima e hidrología. En el ordenamiento territorial, la clasificación fisiográfica del terreno se emplea para la caracterización de la aptitud y manejo del suelo, el análisis de las amenazas naturales, la zonificación ecológica y el reglamento de uso del suelo. La fisiografía está definida como la descripción de la naturaleza a partir del estudio del relieve y la litosfera, en conjunto con el estudio de la hidrosfera, la atmósfera y la biosfera. Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente - Gobierno Regional Piura. (2,012).

2.3.7 Microcuenca.- Es el área de tierra que divide dos corrientes de agua. El agua se mueve desde la línea de la cresta hacia las corrientes, a ambos lados de la cresta. De esta manera la pendiente de una colina puede ser considerada tanto como la pendiente interna de una cuenca o la pendiente externa de otra cuenca. Las microcuencas y las cuencas están indicadas en los mapas por las líneas de contorno y por el curso de las líneas de drenaje. FAO (2,016).

2.3.8 Pendiente.- Una pendiente es un declive del terreno y la inclinación, respecto a la horizontal, de una vertiente. Los procesos de modelado de las vertientes dependen de la inclinación de éstas y una pendiente límite (de unos 45°, aunque variable según la índole de la roca). Tras un largo proceso de

modelado, una vertiente puede tener una pendiente de equilibrio cuya inclinación ya no cambiará sensiblemente, mientras duren las mismas condiciones climáticas y biológicas. La medición de una pendiente es a menudo expresada como un porcentaje de la tangente. Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente - Gobierno Regional Piura. (2,012).

2.3.9 Precipitación.- Agua procedente de la atmosfera, y que en forma sólida o líquida se deposita sobre la superficie del suelo. Diccionario Ingeniero técnico Word Reference (2,014). Es también la cantidad de agua que cae a la superficie terrestre y proviene de la humedad atmosférica, ya sea en estado líquido (llovizna y lluvia) o en estado sólido (escarcha, nieve, granizo). La precipitación es uno de los procesos meteorológicos más importantes para la Hidrología, y junto a la evaporación constituyen la forma mediante la cual la atmósfera interactúa con el agua superficial en el ciclo hidrológico del agua. UDEP (2,017).

2.3.10 Productividad del Suelo.- Capacidad del mismo para producir cultivos. Los principales factores de la productividad del suelo son: la materia orgánica (incluyendo la biomasa microbiana), la textura del suelo, la estructura, la profundidad, el contenido de nutrientes, la capacidad de almacenamiento de agua, la reacción a los elementos tóxicos y su ausencia. Una breve descripción podría indicar que la productividad del suelo depende de características físicas, hídricas, químicas y biológicas y de sus interacciones. FAO (2,016).

2.3.11 Suelo.- Su significado tradicional se define como el medio natural para el crecimiento de las plantas. También se define como un cuerpo natural que consiste en capas de suelo (horizontes del suelo) compuestas de materiales de minerales meteorizados, materia orgánica, aire y agua. El suelo es el producto

final de la influencia del tiempo y combinado con el clima, topografía, organismos (flora, fauna y ser humano), de materiales parentales (rocas y minerales originarios), como resultado difiere de su material parental en su textura, estructura, consistencia, color y propiedades químicas, biológicas y físicas. FAO (2,016) - portal de suelos de la FAO.

2.3.12 Temperatura.- Magnitud física que mide la sensación subjetiva de calor o frío de los cuerpos o del ambiente. Su unidad en el sistema internacional es el Kelvin. Diccionario Ingeniero técnico Word Reference (2,014).

2.3.13 Zona de Vida.- Una zona de vida es una región biogeográfica que está delimitada por parámetros climáticos como la temperatura y precipitaciones, por lo que se presume que dos zonas de clima similar, desarrollarían formas de vida similares. Es una forma de describir áreas con similares comunidades de plantas y animales. Holdridge, L. (1,947).

2.4. MARCO LEGAL

2.4.1 Instrumentos Marco sobre Gestión Ambiental a Nivel Nacional

2.4.1.1 Constitución Política del Perú. Año 1,993

Artículo 2°.- Toda persona tiene derecho: 1. A la vida, a su identidad, a su integridad moral, psíquica y física y a su libre desarrollo y bienestar.

Artículo 66°.- Los recursos naturales, renovables y no renovables, son patrimonio de la Nación. El Estado es soberano en su aprovechamiento. Por ley orgánica se fijan las condiciones de su utilización y de su otorgamiento a particulares.

Artículo 67°.- El Estado determina la política nacional del ambiente. Promueve el uso sostenible de sus recursos naturales.

Artículo 68°.- El Estado está obligado a promover la conservación de la diversidad biológica y de las áreas naturales protegidas.

2.4.1.2 Ley Orgánica de Gobiernos Regionales del 2,002. (Ley 27867 y su modificatoria)

Establece que cada región o gobierno regional del Perú debe contar con una estrategia regional de cambio climático.

2.4.1.3 Ley General del Ambiente. (Ley 28611). Año 2005

Establece los principios y normas básicas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado. Establece como un deber el contribuir al cumplimiento de una efectiva gestión ambiental, y de proteger el ambiente y sus componentes, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la población y lograr el desarrollo sostenible del país. Estipula la aplicación de medidas de adaptación y mitigación para eliminar y controlar las causas que generan la degradación ambiental.

2.4.1.4 Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental.

(Ley 28245). Año 2004.

Ley que constituye el Sistema Nacional de Gestión Ambiental (SNGA) con la finalidad de orientar, integrar, coordinar, supervisar, evaluar y garantizar la aplicación de las políticas, planes, programas y acciones destinados a la protección del ambiente, y contribuir a la conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales. Establece, entre otros, el diseño y dirección participativa de estrategias nacionales para la implementación progresiva de las obligaciones derivadas del Consejo Mundial de las Naciones Unidas para el Cambio Climático.

2.4.1.5 Ley de Creación del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – SINAGERD (Ley 29664). Año 2011

Instrumento de planificación más general en materia ambiental, que enmarca a las políticas sectoriales, regionales y locales. Establece entre sus

objetivos lograr la adaptación de la población frente al cambio climático y establecer medidas de mitigación, orientadas al desarrollo sostenible.

2.4.1.6 Ley Orgánica Para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales (Ley Nº 26821). Año 1997

El artículo 22, tiene como objetivo promover y regular el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, renovables y no renovables, estableciendo un marco adecuado para el fomento a la inversión, procurando un equilibrio dinámico, entre el crecimiento económico, la conservación de los recursos naturales y del ambiente y el desarrollo integral de la persona humana.

2.4.1.7 Política Nacional del Ambiente (Aprobada por DS-012-2009-MINAM).

Instrumento de planificación más general en materia ambiental y enmarca a las políticas sectoriales, regionales y locales. Establece entre sus objetivos lograr la adaptación de la población frente al cambio climático y establecer medidas de mitigación, orientadas al desarrollo sostenible.

2.4.1.8 Acuerdo Nacional. Año 2,002

Suscrito el 22 de julio del 2,002, reúne a los partidos políticos con representación en el congreso, organizaciones de sociedad civil con representación nacional y el gobierno; consiste en un conjunto de políticas de Estado elaboradas y aprobadas, sobre la base del diálogo y del consenso, con el fin de definir un rumbo para el desarrollo sostenible del país, y afirmar su

governabilidad democrática. El Acuerdo Nacional trata la gestión del riesgo climático de modo indirecto en las políticas 10, 15, 19, 32, 33 y 34.

2.4.1.9 Plan Nacional de Acción Medioambiental (PLANAA 2011 – 2021).
(Aprobado por DS 014-2011-MINAM)

Contiene las metas y acciones prioritarias en materia ambiental al 2,021. En materia de cambio climático establece como meta: “reducción a cero de la tasa de deforestación en 54 millones de hectáreas de bosques primarios bajo diversas categorías de ordenamiento territorial contribuyendo, conjuntamente con otras iniciativas, a reducir el 47.5 % de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el país, generados por el cambio de uso de la tierra; así como a disminuir la vulnerabilidad frente al cambio climático”.

2.4.1.10 Plan Bicentenario: El Perú hacia el 2,021.
(Aprobado por DS-054-2,011-PCM)

Primer Plan Estratégico de Desarrollo Nacional en el que se definen seis ejes estratégicos o políticas nacionales de desarrollo que deberá seguir el Perú en los próximos diez años. El eje estratégico 6: Recursos Naturales y Ambiente, establece la adaptación al cambio climático como una de sus cinco prioridades.

2.4.1.11 Agenda Nacional de Acción Ambiental 2013-2014. Enero 2,013

Establece como resultado al año 2,014 contar con equipos especializados de coordinación regional e internacional para posicionar los intereses nacionales respecto al cambio climático y lucha contra la desertificación y la sequía, en el

marco del objetivo de “asegurar el cumplimiento de los compromisos sobre cambio climático y lucha contra la desertificación y la sequía derivados de los tratados internacionales”.

2.4.2 Instrumentos Marco sobre Gestión Ambiental a Nivel Internacional

2.4.2.1 Declaración de Estocolmo. Año 1,972

Principio 2; Los recursos naturales de la tierra, incluidos, el aire, el agua, la tierra, la flora, la fauna y especialmente muestras representativas de los ecosistemas naturales, deben preservarse en beneficio de las generaciones presentes y futuras mediante una cuidadosa planificación u ordenación, según convenga. Marcano, J. (2,006).

2.4.2.2 Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático – IPCC.

Año 1,988

Organismo multinacional encargado de conducir las negociaciones relativas al cambio climático global, maneja la discusión científica sobre calentamiento global, emisión de partículas de carbono, efecto invernadero, etc. Creado con la finalidad de evaluar los aspectos científicos y socioeconómicos para la comprensión del riesgo de cambio climático inducido por los seres humanos y de las opciones de mitigación y adaptación. Miliarium (2,006).

2.4.2.3 Segunda Conferencia Mundial del Clima. Año 1,990 - Ginebra.

Contó con sesiones científicas, técnicas y con sesiones ministeriales, en estas últimas participaron autoridades ministeriales de países desarrollados y en desarrollo, y organizaciones no gubernamentales, de diversas regiones del mundo, con los auspicios de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y el Consejo Internacional de Uniones Científicas (CIUC), permitió que políticos y científicos analizaran la problemática del calentamiento terrestre y definieran las responsabilidades iniciales frente a este flagelo, que fueron asumidas por los países desarrollados. Canziani, O. (2006).

2.4.2.4 Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro – Brasil. Año 1,992

La Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, y las reuniones de organizaciones no gubernamentales - ONGs paralelas, llevadas a cabo en Río de Janeiro - Brasil, en Junio de 1,992, fue un momento decisivo en las negociaciones internacionales sobre las cuestiones del medio ambiente y el desarrollo. Naciones Unidas (1,997).

2.4.2.5 Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Año 1,992.

Firmada en Río de Janeiro. Entró en vigencia el 21 de Marzo de 1,994, atribuye directa o indirectamente a la actividad humana que altera la

composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables. Participaron 181 países, entre ellos el Perú. Naciones Unidas. (1,992).

2.4.2.6 Protocolo de Kyoto - Japón (1,997).

El objetivo es conseguir la reducción de un 5,2 % las emisiones de gases de efecto invernadero sobre los niveles de 1,990 para el periodo 2,008 - 2,012. Este es el único mecanismo internacional para empezar a hacer frente al cambio climático y minimizar sus impactos. Para ello contiene objetivos legalmente obligatorios para que los países industrializados reduzcan las emisiones de los seis gases de efecto invernadero de origen humano como dióxido de carbono (CO_2), metano(CH_4) y óxido nitroso (N_2O), además de tres gases industriales fluorados: hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF_6) - Greenpeace (2006).

2.4.2.7 Convención de las Naciones Unidas para la Lucha contra la Desertificación (CNULD).

Fue adoptada el 17 de junio de 1,994, con el objetivo de promover el desarrollo de programas de acción para combatir la desertificación y promover el desarrollo sostenible, a nivel nacional, subregional y regional; desde los gobiernos, en cooperación con los donantes, las comunidades locales y las organizaciones no gubernamentales - ONGs. Es el primer acuerdo internacional vinculante que define un entendimiento común sobre el problema de la desertificación y los principios, objetivos y áreas de interés para una actuación

coordinada. Cabe destacar que el Perú suscribió este importante documento el 15 de octubre de 1994 y la CNUCLD entró en vigencia dos años después.

2.4.3 MARCO FILOSÓFICO

2.4.3.1 Enfoque Económico del Cambio Climático

Las sociedades siempre han tenido que adaptarse a la variabilidad y a las condiciones climáticas, en su contexto histórico y geográfico. La transformación de sus sistemas de supervivencia frente a las adversidades y oportunidades del clima - entre otros estímulos - ha permitido el desarrollo de nuevas actividades económicas, tradiciones culturales y valores sociales, o desarrollo urbano, limitando en otros casos las oportunidades disponibles. De hecho, la vulnerabilidad a los eventos climáticos extremos, como sequías, lluvias torrenciales o heladas sigue condicionando el desarrollo económico de millones de personas en las regiones más pobres del planeta. En los países más desarrollados, la capacidad técnica y financiera para defenderse de dicha variabilidad, pero también unas condiciones climáticas más estables en la mayoría de los casos, han permitido potenciar históricamente el nivel de bienestar de la población. A opinión de estudiosos expertos en el tema, se puede mencionar a Capriles, E. (2008), quien manifiesta que el agotamiento de los recursos y la contaminación de los sistemas se da por varios factores, uno de ellos es el cambio climático, opina que las políticas impuestas por el primer mundo, a fin de mantener su crecimiento económico, ha ocasionado la progresiva pauperización del tercer mundo, pretendiendo inducirnos a ignorar que, incluso si las políticas del primer mundo no estuviesen dirigidas a la

conservación y exacerbación de los privilegios económicos, de los grupos de interés en los estados más poderosos, nos destruiríamos mucho antes de que todos pudiésemos alcanzar niveles de vida varias veces más bajos, que el promedio en los Estados Unidos. Otros personajes afirman que el cambio climático acarreará una pérdida entre el 5 y el 20 % del PIB (producto bruto interno) de forma permanente Stern, N. (2,006), además sostiene que si permitimos que nuestro clima se caliente de 5 a 6 grados, en torno a la diferencia entre el clima actual y la última glaciación, entraríamos en un terreno totalmente desconocido y no sabemos lo que va a pasar; por lo que nos es muy difícil medir los daños asociados. El análisis coste-beneficio, es una herramienta útil, pero debe de aplicarse con sumo cuidado cuando, extrapolando, llegamos al año 2,200 con hasta 10 grados de aumento de la temperatura media y una renta per cápita superior a 90,000 dólares. La contribución más importante del Informe es la estimación que proporciona de lo que nos costaría limitar el cambio climático, estabilizando las concentraciones de CO₂ en la atmósfera en torno a las 500 - 550 partes por millón (un aumento de la temperatura de aproximadamente 3 grados).

2.4.3.2 Enfoque Social Del Cambio Climático

El Cambio Climático ha dinamizado procesos sociales y de incidencia que han llevado el tema a las agendas internacionales, regionales y nacionales, como un tema decisivo para la sostenibilidad de la especie humana sobre la faz de la tierra. Desde su perspectiva analiza la vulnerabilidad climática, como expresión de debilidad, ante esta amenaza o peligro e interpretarla como una función de funciones y resultado de la interacción de cuatro componentes que

son, la Vulnerabilidad Medioambiental, la Vulnerabilidad Física, la Vulnerabilidad Social y la Vulnerabilidad Económica:

$$V_c = F (V \text{ medio ambiental, } V \text{ física, } V \text{ social, } V \text{ económica})$$

Donde:

V_c - Vulnerabilidad climática

F - Función

V medioambiental – Vulnerabilidad asociada a los índices de fragilidad ambiental.

V Física – Representa el componente físico construido por el hombre.

V social- Vulnerabilidad que expresa el sistema social.

V económica- Vulnerabilidad resultante de la actividad económica prevalente y de las relaciones de producción.

En esta investigación defienden la hipótesis de que estos componentes se transversalizan en la vulnerabilidad climática, y que en la vulnerabilidad social se reflejan de terminantemente los otros componentes de la vulnerabilidad, y por lo tanto su análisis y estudio permite evaluar, de forma efectiva, el estado de riesgos de segmentos de la población que expresan vulnerabilidad diferencial con enfoque de género, como es el caso de las mujeres de las comunidades rurales ante el cambio climático. Ovo, G. (2,011).

2.4.3.3 Enfoque Climatológico y Ambiental del Cambio Climático

Incrementos de temperatura globales de sólo 1 – 2 °C (por encima de los niveles preindustriales) podría condenar a la extinción del 15 – 40 % de las especies. Es más, indica que a medida que las temperaturas ascienden por encima de 2 - 3 °C de media, aumentarán los daños de forma brusca y a gran escala, y los costes relacionados con el cambio climático en sus tres

dimensiones (mortalidad, ecosistemas y renta) tenderán a incrementarse aún más acusadamente. Por ello, algunos defenderían que las implicaciones de exceder el límite de 2 °C son suficientemente severas para justificar la actuación a cualquier coste. Sin embargo, otros han criticado el límite de 2 °C por arbitrario, y han planteado preguntas sobre la factibilidad de la actuación necesaria para mantener una elevada garantía de no sobrepasar este límite. La investigación reciente sobre la incertidumbre en las extrapolaciones de temperatura sugiere que a 450 ppm de CO₂ habría ya una probabilidad superior. Menciona además que con este incremento de temperatura, los glaciares de montaña desaparecerán e igualmente sería el comienzo irreversible de la desaparición de la capa de hielo de Groenlandia, lo que acelerará la elevación del nivel del mar hasta alcanzar un aumento final (y global) de 7 m por encima del nivel actual al final del siglo XXI. Bono, E. (2,008).

2.4.4 Antecedentes del Problema

2.4.4.1 Antecedentes Económicos

Estudios recientes estiman una incidencia creciente de los efectos negativos del cambio climático en el producto bruto interno (PBI). De no adoptarse medidas contingentes, ello podría llegar a significar hasta el 20 % anual del mismo para el año 2,050, limitando seriamente las metas de crecimiento sostenido del país. Municipalidad provincial de Ayabaca (2,012).

Diario gestión (2,014), informa que hacia el año 2,100 las pérdidas económicas como consecuencia del cambio climático están comprendidas entre 11.4 % y 15.4 % del Producto Bruto Interno (PBI) nacional, dato que obtuvo de la

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). La pesca, ganadería alto andina y agricultura serían los sectores más afectados por el cambio climático en Perú en los próximos años. Según el informe, indica que hacia el año 2,100 se proyectan impactos que se traducirían en pérdidas en la economía nacional que oscilan en un rango de 11.4% y 15.4% del Producto Bruto Interno (PBI) del 2,010 (año base utilizado en la investigación). Debido a la expansión de la zona agrícola, se observarían disminuciones de disponibilidad de agua, lo que se traduciría en una disminución de ingresos acumulada de entre 3.3 % y 5 % del PBI sectorial; así el sector agrícola podría sufrir pérdidas equivalentes a entre 23.9 % y 33.1 % del PBI sectorial para el período 2,010 - 2,100 en los escenarios evaluados en el reporte. Esto sería a causa de la disminución de la productividad de casi todos los cultivos seleccionados (papa, arroz, maíz amarillo duro, caña de azúcar, plátano y maíz amiláceo), mientras que el café mostraría leves aumentos de productividad al inicio del período, para luego disminuir.

Las repercusiones económicas por efecto de cambio climático, que causa la aparición de plagas (El tizón tardío) en los cultivos de papa nativa en el norte del país son de US\$ 2.1 millones por campaña agrícola. MINAM (2,014).

Importantes actividades económicas como la agricultura, ganadería y la pesca son altamente dependientes del clima. Por otro lado, en medio del crecimiento económico persisten núcleos de pobreza en las áreas rurales y urbano-marginales. Al año 2,013, la pobreza rural alcanzaba al 48 % de la población, y en la sierra rural esta proporción se elevaba al 52.9 %. Sin embargo, la vulnerabilidad no es estática y puede reducirse disminuyendo los factores de

sensibilidad y construyendo una mayor resiliencia o capacidad de respuesta de la población y sus territorios. PNUD (2,014).

2.4.4.2 Antecedentes Sociales

Estudios realizados por Eduardo Rojas - Subdirector General Forestal de la FAO (Diario Gestión, 2014), destaca la importancia de adoptar un enfoque integral de paisajes, en el contexto del cambio climático, para enfrentar el reto de alimentar a 805 millones de personas que sufren desnutrición crónica. El cambio climático ya está afectando la seguridad alimentaria, los recursos y los medios de vida de las personas más vulnerables, agregó que adoptar el enfoque territorial, para responder los retos del cambio climático, es el camino para conseguir territorios más resilientes, mejor adaptados y altamente productivos, que contribuyan a los medios de vida de las poblaciones ahora y en el futuro. La FAO insistió en la importancia de este enfoque integral de paisajes, en el contexto de cambio climático, para afrontar el desafío de asegurar una nutrición adecuada para los 805 millones de personas y aumentar la producción agrícola en un 60 % al año 2,050; con el fin de satisfacer la demanda esperada.

En las últimas doce campañas agrícolas, se perdió la producción de 444,707 ha de cultivos. La valorización económica en pérdidas agrícolas llegó a S/.2,597 millones en el período 1,995 - 2,007. Las regiones con mayores pérdidas económicas por fenómenos climáticos en los últimos años fueron Puno y Apurímac en el sur; Junín y Huánuco en el centro, Cajamarca y Piura en el norte. Mientras que en el oriente fue San Martín. MINAM (2014). Además, más de 6,000 millones de ha equivalentes al 40 % de la superficie del planeta son zonas áridas y cada año se pierden 20 millones de ha de suelo cultivable. Así

pues, los costos económicos de la desertificación son estimados en unos 1,000 millones de dólares anuales. Esta situación afecta directamente el bienestar y el futuro de una sexta parte de la población mundial. A ello habría que agregar que, los países afectados por la degradación de las tierras, son precisamente los mismos que sufren de escasez de alimentos. (Diario Gestión, 2014)

El Perú es uno de los países más vulnerables a la desertificación en el mundo, porque las zonas áridas equivalen a la tercera parte del territorio nacional y en ellas se registra, apenas, el 2 % de la precipitación anual. A pesar de ello, en esta zona se asienta aproximadamente el 90 % de la población y se concentra la mayor parte de la actividad agropecuaria, industrial y minera.

Los desórdenes climáticos impactan ya sobre la agricultura alimentaria. Durante las campañas agrícolas del periodo 2,000 - 2,010 se afectaron 800,000 ha y se perdieron 300,000 en cultivos alimentarios. Los cultivos andinos han sido los más expuestos a heladas y sequías, en particular los de los pisos Quechua y Suni, ubicados entre los 2,300 y los 3,500 m.s.n.m., donde casi la mitad de la población es rural y muy dependiente de la agricultura. La constante reducción de la producción y la aparición de plagas y enfermedades representan un gran impacto para los pequeños agricultores en situación de pobreza. PNUD (2,014).

2.4.4.3 Antecedentes Ambientales

Como resultado de estudios sobre el cambio climático, más del 60% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del Perú vienen de actividades de Cambio de Uso del Suelo, Silvicultura (UTCUTS) y agricultura; además, 72 millones de ha de bosques tropicales del Perú mantienen cautivas al

menos 9,900 millones de tm de carbono en la biomasa (150 tm/ha). La agricultura es el principal sustento de vida para la población rural (15 % de la superficie nacional es agrícola). Los cultivos más sensibles a las variaciones del clima ascienden a 27 y muchos de ellos se consideran importantes para la seguridad alimentaria. Apenas el 34 % de la superficie agrícola está bajo riego y se concentra en la costa, el 66 % se ubica en la sierra y selva, dependiendo en ambos casos de las lluvias. De acuerdo al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI con relación a los cambios en la temperatura máxima anual para el año 2,030 los cambios máximos de temperatura alcanzarían +1.6°C. Estos valores máximos se ubican principalmente en la zona de selva y sierra. MINAM (2,014),

La desertificación es una realidad preocupante dado que las tierras almacenan tres veces más carbono que la vegetación; lo que quiere decir que son el mayor almacenador de carbono terrestre. Cada año, los procesos de la desertificación liberan 300 millones de toneladas de carbono, que equivale al 4 % de las emisiones de CO₂ mundiales.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. AMBITO DE LA ZONA ESTUDIADA

3.1.1 Localización

El área del estudio está ubicada geográficamente entre los meridianos 80°30' y 81°00' de Longitud Oeste y los paralelos 4°30' y 5°30' de Latitud Sur. Comprende un área aproximada de 12,700 ha, en el distrito de Montero de la provincia de Ayabaca, departamento de Piura. Remigio, J (1998). Los perfiles estudiados se ubican entre las Coordenadas UTM 9487076, 17M 0633941 (Perfil 1) hasta UTM 9484194, 17M 0638553 (Perfil 5); variando en altitud desde 1, 823 m.s.n.m. en el primero hasta 2, 630 m.s.n.m del perfil Cruce Montero - Ayabaca.

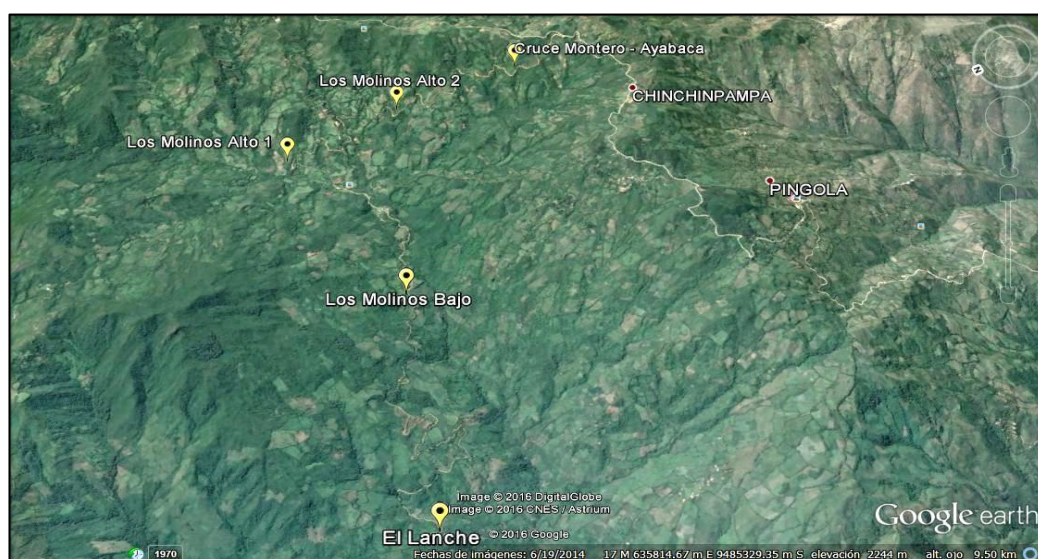
El perfil 5 - P5 ("Cruce Montero – Ayabaca"), fue prospectado con tractor, para mejorar la vía carrosable rumbo a Montero, luego el perfil 4 - P4 ("Los Molinos Alto 2") se ubica a una altitud de 2,518 m.s.n.m, continuando con el descenso en altitud, mientras que el tercer perfil - P3 ("Los Molinos Alto 1"), se encuentra ubicado a 2,366 m.s.n.m, así mismo el penúltimo perfil - P2 ("Los Molinos Bajo") se ubica a una altitud de 2,231 m.s.n.m hasta concluir en el primer perfil - P1 ("El Lanche") hasta 1,823 m.s.n.m respectivamente. Observar Cuadro 3.1 y Foto 3.1.

Cuadro 3.1

Ubicación geodésica de los perfiles en la microcuenca Los Molinos, Montero - Ayabaca.

Estrato	Perfil	Coordenadas Cartesianas		Altitud (m.s.n.m)
		UTM	17M	
Bosque húmedo- Montano bajo (bh-MB)	El Lanche	9487076	0633941	1,823
Bosque seco- Montano bajo (bs-MB)	Los Molinos Bajo	9486403	0636308	2,231
	Los Molinos Alto 1	9486877	0638358	2,366
Bosque húmedo- Montano (bh-M)	Los Molinos Alto 2	9485582	0638565	2,518
	Cruce Montero – Ayabaca	9484194	0638553	2,630

Elaboración propia



(Fuente: Google Earth, 2017)

Figura 3.1. Ubicación satelital de los perfiles de la Microcuenca estudiada

3.1.2 Geología

La cordillera occidental es una zona tectogénica que corresponde a la faja de mayor deformación de los Andes del Perú, desarrollada desde el

Cretáceo Superior al Mioceno. La actual altitud se ha originado por reajuste isostático; sin embargo, los Andes continúan creciendo a un ritmo de 3 a 4 cm por año, debido a la orogenia, responsable del crecimiento de las cordilleras, Torres (2,004). Litológicamente, se observa en el área mencionada, la presencia de material volcánico, como lavas andesíticas porfíricas, por cuyo intemperismo concoidal, han dado lugar a suelos rojos, rojo – amarillentos en función de la hidromorfía, relacionada con la precipitación local. Calero (1,987).

3.1.3 Fisiografía y Geomorfología

Parte de la zona del Distrito de Montero, donde se realizó la investigación, se encuentra comprendida dentro de la jurisdicción del ordenamiento territorial de la Provincia de Ayabaca, y de acuerdo con el mapa fisiográfico de la Provincia de Ayabaca, a la escala de 1:400.000, ver anexo 6; la microcuenca Los Molinos, Montero - Ayabaca, se enmarca dentro del Gran paisaje: Montañoso; Paisaje: Montañas denudacionales subhúmedas/Montañas estructurales sub húmedas; Sub paisaje: Laderas de montañas semicálidas a templadas; entre el elemento del paisaje: Laderas denudacionales subhúmeda moderadamente empinadas/Laderas estructurales sub húmeda moderadamente empinadas a empinadas; cuya simbología de las unidades son: MDLUm/D, MELUf/E y MELUm/D.

La zona de estudio presenta además, rasgos morfológicos que son el resultado de una larga evolución originada por factores tectónicos y erosionales, que han modelado el paisaje hasta su estado actual. De modo que Remigio, J (1,998) identificó dos grandes paisajes: Planicie y Montañoso, los cuales están bien definidos por las formas y características del relieve, litología y procesos de

formación; menciona que las formas de tierra varían desde planicies plano onduladas (0 - 25%) y montañas que van desde empinadas a extremadamente empinadas (8 a mayor de 75%), ubicadas a una altitud variable de 1,823 m.s.n.m hasta 2,630 m.s.n.m, donde a simple vista se aprecia una zona rodeada por cerros, de buen drenaje natural, cuyas aguas drenan hacia el río Quiroz.

3.1.4. Ecología

El área estudiada pertenece a la formación ecológica: Bosque Seco Premontano Tropical, cuyo uso es principalmente de agroforestería (Policultivos), pero supeditado a la disponibilidad del recurso hídrico, originándose la agricultura de secano. La altitud varía desde 1,823 m.s.n.m a más de 2,630 m.s.n.m. (Proyecto: Fortalecimiento de Capacidades para el Ordenamiento Territorial de la Provincia de Ayabaca - Piura, 2013).

3.2 MATERIALES

3.2.1 Equipos y Material de Campo

- Palanas, picos, barretas y barretones muestreadores.
- Bolsas plásticas y de papel.
- Clavos, martillo y carteles rotulados.
- Wincha, cinta métrica y prensas de campo.
- Material impreso para las entrevistas y cuestionarios.
- Cámara fotográfica marca Cannon 16 Mpx y GPS portátil Marca Garmin
- Libreta de notas, lapiceros y plumones indelebles.

3.2.2 Equipos y Material de Gabinete y Laboratorio

- Prensas de laboratorio y estufas.
- Equipos para análisis físico-químico de suelos.
- Materiales y reactivos para el análisis físico-químico de los suelos.

3.2.3 Equipo y Material de Oficina

- Unidad de cómputo marca Samsung - Window 13.
- Material de escritorio.
- Impresora marca Cannon MP230.

3.3 METODOLOGÍA

3.3.1 Diseño de la Investigación

La investigación es de tipo no experimental, de procedimiento descriptivo y analítico del cambio climático y de nivel exploratorio de los recursos naturales y productividad de suelos, haciendo observaciones in situ y recabando información de las instituciones correspondientes.

3.3.2 Universo

Está comprendido por el área territorial de la microcuenca Los Molinos, Montero - Ayabaca. Asimismo, por los agricultores posesionarios, profesionales expertos del área territorial y por las instituciones involucradas.

3.3.3 Población

De acuerdo a las componentes de la investigación, la población está conformada de la siguiente manera: Características meteorológicas; cantidad y número de especies vegetales presentes en cada parcela, clase de vegetal: herbáceo, arbusto y árbol; características físicas del suelo: clase textural, densidad y características químicas: pH, materia orgánica, N, P, K, capacidad de intercambio catiónico, conductividad eléctrica; y descripción de las labores agrícolas propias y relacionadas del área territorial.

3.3.4 Muestra Aleatoria Estratificada

La Microcuenca Los Molinos, Montero - Ayabaca, tiene un área de 12,700 há. Remigio (1,998); y para efectos del presente trabajo de tesis, se estratificó en tres zonas de vida, siguiendo el Diagrama Bioclimático de Zonas de Vida de Holdrich (1,947), ver anexo 31; tal como sigue:

- **Bosque Húmedo - Montano Bajo** (bh - MB): Ubicado entre los 1,800 y 2,000 m.s.n.m. En general esta zona es muy productiva, sin embargo en ella se han destruido los bosques protectores y las cuencas de los ríos presentan muchos problemas en la temporada seca. Representa el 5 % del área total de la microcuenca. Remigio (1,998).

- **Bosque Seco-Montano Bajo** (bs - MB): Se encuentra localizado entre 2,000 y 3,000 m, con variaciones microclimáticas de acuerdo a los pisos altitudinales de las cordilleras. La vegetación primaria de esta formación ha sido

alterada completamente. En la actualidad se observan muy pocas asociaciones de árboles y muchas áreas de cultivos de subsistencia. En algunas zonas se localizan formaciones de eucaliptos, cipres y pinos. Representa el 55 % del área total de la microcuenca. Remigio (1,998).

- **Bosque Húmedo - Montano (bh - M):** Ubicado entre 2,500 - 3,300 m; la topografía de esta formación es de montañosa a escarpada. Su vegetación se conserva inalterada. Se observa en ciertas áreas el pastoreo, a pesar que por su alta humedad y baja temperatura es impropia para labores agropecuarias. Según Remigio (1,998), representa aproximadamente el 40 % del área total de la microcuenca.

Mediante trabajo de campo y haciendo un recorrido por las tres zonas de vida, se identificaron las unidades fisiográficas. En el estrato o zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo (bh - MB), se identificó una unidad fisiográfica correspondiéndole el perfil 1 “El Lanche”. En el estrato medio - Bosque Seco Montano Bajo (bs - MB), se identificaron dos unidades fisiográficas, abriéndose por ende dos perfiles: “Los Molinos Bajo” o perfil 2 y “Los Molinos Alto 1” ó perfil 3; y en el estrato Bosque Húmedo - Montano (bh - M), también se identificaron dos unidades fisiográficas: abriéndose los perfiles 4 “Los Molinos Alto 2” y “Cruce Montero-Ayabaca” o perfil 5.

Y, de acuerdo a la naturaleza de la investigación y nivel exploratorio, a lo que indica el ***Reglamento para la Ejecución de Levantamiento de suelos, aprobado por decreto Supremo 013 - 2010 - AG - Art.21 del nivel exploratorio o del quinto orden*** (se usa para obtener información de áreas muy extensas) se tomó una calicata por cada unidad fisiográfica, es decir, se

excavaron en total cinco (05) calicatas, Cuadro 3.2; circundante y dentro de cada una de ellas, se realizaron las observaciones y determinaciones de acuerdo a los objetivos planteados.

Cuadro 3.2.

Muestreo estratificado de la zona en estudio (calicatas)

Universo	Estratos (zonas de vida)	N° Unidades fisiográficas	Asignación muestral, Calicatas
Área de la Microcuenca Los Molinos, Montero - Ayabaca (12, 700 há).	▪ Bosque Húmedo-Montano Bajo:		
	bh-MB (5% = 635 Ha)	1	1
	▪ Bosque Seco-Montano Bajo:		
	bs-MB (55% = 6,985 Ha)	2	2
	▪ Bosque Húmedo Montano:		
	bh-M (40% = 5,080 Ha)	2	2
	TOTAL:	5	5

Elaboración propia.

3.3.5 Método, Técnicas e Instrumentos de Investigación

Luego de estratificado el territorio en estudio (microcuenca Los Molinos, Montero - Ayabaca) en tres zonas de vida (tres estratos); en cada estrato y después de realizada la asignación muestral (cuadro 3.2) se aplicaron las técnicas de muestreo que se describen a continuación:

3.3.5.1 Análisis Físico de suelos

A nivel de campo y laboratorio las muestras de suelo fueron analizadas por sus propiedades físicas, en el laboratorio de suelos, plantas, aguas y

fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú - UNALM, siguiendo los métodos citados por la Sociedad Brasileña de la Ciencia del Suelo Lemos y Santos, 1984; Soil Survey Staff, 1990; Soil Survey Staff, 2015 y al D.S. 013 - 2010 - AG, los cuales se consignan en el (Cuadro 3.3). Esta información fue utilizada para la clasificación taxonómica y para el estudio de los atributos taxonómicos y morfológicos de los suelos de la microcuenca Los Molinos, Montero - Ayabaca.

3.3.5.2 Análisis Químico de Suelos

Abierta la calicata o perfil, se procedió a identificar los horizontes y luego se tomó una muestra de 1 kg de tierra por cada horizonte. Las muestras de suelo, fueron analizadas por sus propiedades químicas en el laboratorio de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima - Perú y complementados en el laboratorio de suelos y aguas de la Universidad Nacional de Piura, conforme a los métodos citados (Soil Survey Staff, 2015) y al (D.S. 013 - 2010 - AG), los cuales se consignan en el (Cuadro 3.4). Esta información fue utilizada para la clasificación taxonómica y para el estudio de los atributos morfogenéticos de los suelos de la toposecuencia estudiada. Ver Cuadro 3.3

3.3.5.3 Técnicas de Muestreo para Especies Vegetales

Siguiendo la metodología de Pipoly (1,999), se trazaron cinco parcelas de 20x50 m alrededor de cada calicata (en total 5), dentro de cada una de ellas se identificaron las especies vegetales presentes, clasificándolas como árboles, arbustos y hierbas, de igual modo se procedió a contabilizar y colectarlas, con

ayuda de prensas de campo, y ser trasladadas al laboratorio de Morfofisiología Vegetal de la Facultad de Agronomía - Universidad Nacional de Piura, para su posterior identificación y clasificación taxonómica con ayuda de especialistas en el tema.

3.3.5.4 Variables Climáticas

Los datos climáticos se obtuvieron de la estación meteorológica de la provincia de Ayabaca, y de la oficina central del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) - sede Lima, donde se consignaron datos de: temperatura, precipitación pluvial, horas de sol y humedad relativa en el periodo comprendido entre los años 1,976 a 2,015; los mismos que han sido agrupados en decenios para su análisis e interpretación.

3.3.5.5 Análisis Documental

Se recopiló información de documentos entre ellos trabajos de investigación, revistas especializadas, revistas científicas, páginas “on line” especializadas y otras fuentes relacionadas con el tema de investigación, las mismas que se consignan en la bibliografía consultada del presente documento.

Cuadro 3.3

Métodos químicos usados para la caracterización de los suelos

N°	Determinación	Métodos	Unidad
01	Reacción del suelo (pH)	Medida en el potenciómetro de la suspensión suelo: agua relación 1:1	-
02	Reacción del suelo (pH)	Medida en el potenciómetro de la suspensión suelo: KCl 1N, relación 1:1	-
03	Salinidad (CE)	Medida de la conductividad eléctrica (CE) en el extracto de la pasta de saturación.	dS.m ⁻¹
04	Calcáreo total (CaCO ₃)	Gasó – Volumétrico utilizando un calcímetro.	%
05	Materia Orgánica	Walkley y Black, oxidación del carbón orgánico con dicromato de potasio. % M.O = % C.O (1.724)	%
06	Carbón orgánico	A partir de la materia orgánica. % C.O = % M.O / ((100/78)*(100/58))	%
07	Nitrógeno total	A partir de la materia orgánica	%
08	Fósforo disponible	Olsen modificado, extracción con NaHCO ₃ = 0.5M, pH 8.5.	ppm
09	Potasio disponible	Extracción con acetato de amonio (CH ₃ – COONH ₄) 1N; pH 7.0	ppm
10	Capacidad de intercambio catiónico	Saturación con acetato de amonio (CH ₃ – COONH ₄) 1N; pH 7.0	cmol _c .kg ⁻¹
11	Ca ⁺² y Mg ⁺² cambiables	Reemplazamiento con (CH ₃ – COONH ₄) 1N; pH 7.0 y cuantificación por absorción atómica.	cmol _c .kg ⁻¹
12	Na ⁺ y K ⁺ cambiables	Reemplazamiento con (CH ₃ – COONH ₄) 1N; pH 7.0 y cuantificación por fotometría de llama	cmol _c .kg ⁻¹
13	Al ⁺³ + H ⁺ cambiable	Yuan. Extracción con KCl 1N	cmol _c .kg ⁻¹

Fuente: Laboratorio de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes – UNALM.

3.3.5.6 Encuestas a Agricultores

Se aplicó a los agricultores posesionarios de parcelas en los tres estratos o zonas de vida de la microcuenca Los Molinos, Montero - Ayabaca, una

encuesta - cuestionario de 17 preguntas, con temáticas de acuerdo a los objetivos de la investigación,

De acuerdo al trabajo de campo y referencia de los propios pobladores, en la microcuenca los Molinos, Montero - Ayabaca, se encuentra 100 posesionarios o parceleros, de los cuales se seleccionó al azar a 30 de ellos para la aplicación de las encuestas, número mínimo para trabajos de investigación. Cuadro 3.4.

Los datos correspondientes se analizaron mediante el paquete estadístico SPSS, cuyos resultados se muestran en el siguiente capítulo del presente trabajo. El modelo de encuesta a los agricultores se encuentra en el anexo (Anexo 25).

Cuadro 3.4

Determinación del número de encuestados

Universo	Zonas de vida		Asignación proporcional
	Descripción	Número de parceleros	
Agricultores Posesionarios de la microcuenca Los Molinos– Montero- Ayabaca	▪ Bosque Húmedo-Montano: bh-M	45	13
	▪ Bosque Seco-Montano Bajo: bs-MB	35	11
	▪ Bosque Húmedo Montano Bajo: bh-MB	20	6
	TOTAL	100	30

Elaboración propia.

3.3.5.7 Cuestionario de Entrevista a Expertos

Se realizó entrevistas a diez (10) expertos en el tema a investigar, de acuerdo a la guía de entrevista reportado en el anexo del presente trabajo (Anexo 26); entre ellos, docentes de la Universidad Nacional de Piura que han realizado trabajos de investigación en la zona, ingenieros agrónomos y técnicos agropecuarios que laboran en la Dirección Agraria del distrito de Montero, así como ingenieros agrónomos y técnicos agropecuarios que laboran en organizaciones privadas y no gubernamentales, en el distrito de Montero, cuya descripción personal se encuentra en el Anexo 28.

3.3.6 Parámetros en Estudio

Los parámetros que se contemplaron en el presente trabajo de tesis fueron las siguientes:

- Número de especies vegetales por parcela de $20 \times 50 \text{ m}^2 = 1,000 \text{ m}^2$
- Clasificación de especies vegetales: herbáceas, arbustos y árboles.
- Registro, sistematización y análisis de variables climáticas: temperatura, precipitación, humedad relativa y horas de sol.
- Características físicas del suelo: Clase textural, densidad, porosidad, humedad, color, estructura, consistencia, relieve, profundidad efectiva, pedregosidad superficial, drenaje, erosión y peligro de anegamiento.

- Características químicas del suelo: pH, materia orgánica, N, P, K, CIC, calcáreo, carbón orgánico, suma de cationes, suma de bases, porcentaje de saturación de bases y relaciones catiónicas.
- Encuestas a agricultores.- Se aplicó treinta (30) encuestas a los agricultores de los tres estratos de la Microcuenca los Molinos.
- Cuestionarios de entrevista.- Se aplicó a diez (10) expertos en el tema a estudiar.

Cuadro 3.5

Operacionalización de las variables

Variables	Dimensión	Indicadores
Cambio climático	Parámetros meteorológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura • Precipitación pluvial • Horas de sol • Humedad relativa
	Cambio de uso de la tierra	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de explotación • Sobrepastoreo. • Deforestación.
Diversidad de especies vegetales.	Especies vegetales	<ul style="list-style-type: none"> • Población por especies vegetales. • Distribución según sean plantas: herbáceas, arbustivas o árboles.
Productividad de suelos	Características físico – químicas.	Clase textural, densidad, pH, materia orgánica, calcáreo, N, P, K, Capacidad de intercambio catiónico, etc.

Elaboración propia.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. PARÁMETROS METEOROLÓGICOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA MICROCUENCA LOS MOLINOS, MONTERO – AYABACA.

4.1.1 Temperatura

El Cuadro 4.1 presenta la temperatura media mensual horaria (°C) en cuatro períodos decanales 1976 - 1985, 1986 - 1995, 1996 - 2005 y 2006 - 2015, en la microcuenca Los Molinos, Montero - Ayabaca.

Cuadro 4.1

Temperatura atmosférica media mensual horaria (°C). Promedios decanales desde 1,976 a 2,015. Microcuenca Los Molinos, Montero-Ayabaca.

Mes	Períodos decanales desde 1,976 a 2,015			
	1976 -1985	1986 -1995	1996 -2005	2006 -2015
Ene	12.8 ± 0.6	13.4 ± 0.4	15.6 ± 1.5	17.0 ± 0.7
Feb	13.0 ± 0.5	13.2 ± 0.5	15.5 ± 1.1	16.6 ± 0.6
Mar	13.2 ± 0.3	13.4 ± 0.4	15.8 ± 1.2	17.2 ± 0.5
Abr	13.3 ± 0.3	13.7 ± 0.2	16.1 ± 1.2	17.6 ± 0.7
May	13.5 ± 0.3	13.9 ± 0.2	16.5 ± 1.2	17.8 ± 0.4
Jun	13.0 ± 1.0	13.9 ± 0.4	16.4 ± 1.5	18.0 ± 0.3
Jul	13.4 ± 0.4	13.7 ± 0.3	16.7 ± 1.6	18.5 ± 0.5
Ago	13.8 ± 0.3	14.0 ± 0.3	17.4 ± 1.8	19.2 ± 0.5
Set	14.0 ± 0.2	14.3 ± 0.3	17.4 ± 1.8	19.7 ± 0.5
Oct	13.8 ± 0.2	14.0 ± 0.2	17.2 ± 1.9	18.9 ± 0.6
Nov	13.7 ± 0.4	13.9 ± 0.3	16.8 ± 1.8	18.4 ± 0.7
Dic	13.4 ± 0.3	13.7 ± 0.4	16.0 ± 1.4	17.6 ± 0.7

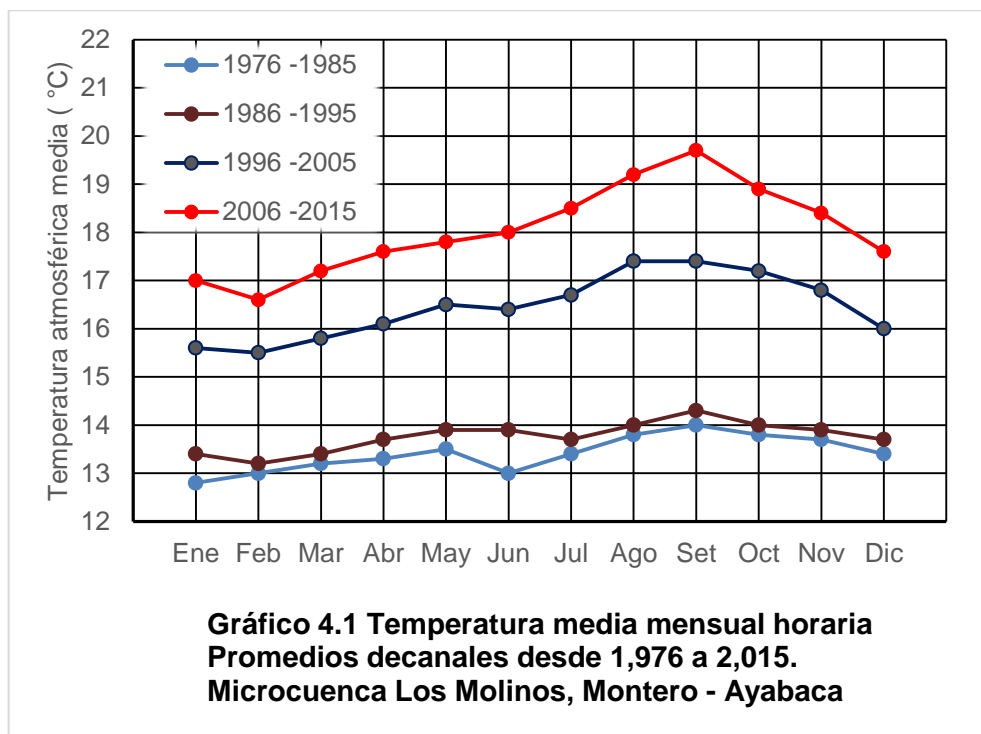
Fuente: Datos meteorológicos proporcionados por el SENAMHI-Lima y Estación Meteorológica de Ayabaca.

Del análisis de los cuatro períodos decanales en el Cuadro 4.1, se colige claramente que la temperatura en la microcuenca Los Molinos se ha incrementado en 4.63 °C en 40 años desde 1,976 al 2,015, observándose que la banda más calurosa ocurrió entre el 2,006 y el 2,015 llegando a 18.04 °C de temperatura promedio mes/año, mientras que la base referencial del lapso de 1,976 a 1,985 fue de 13.41 °C, lo cual evidencia un incremento indudable que refleja el cambio climático en la zona de estudio, y con evidente influencia no solamente en la productividad de las cosechas sino en la distribución y variabilidad de la especies vegetales asentadas en los diferentes estratos de la microcuenca Los Molinos como en otras áreas del planeta, influyendo en la fenología, la erosión de los suelos, uso actual de las tierras, incremento de plagas y enfermedades, extinción de especies nativas, afectando las cosechas de los agricultores de Montero, quienes se quejan del deterioro de los cultivos en toda el área (Yañez, P. et al.; 2,011); así como el incremento de la evaporación potencial (Peñuelas, J., et al.; 2,004), como podemos apreciar en el gráfico 4.1.

Este evidente cambio climático permite señalar que en el rango de 1,976 a 1,985 el régimen de temperatura de los suelos de Los Molinos estuvo dentro del régimen **Mesic** (13.41 °C), sin embargo a partir de esa fecha hasta hoy el aumento de temperatura es abrupto siendo entre el 2,006 al 2,015 de 18.04 °C.

En todos los períodos decanales de 40 años de registros climatológicos en la microcuenca Los Molinos obtenemos un promedio de 15.41 °C lo cual permite clasificar a los suelos en un régimen **Thermic**, es decir la temperatura está comprendida en el rango entre 15 y 22 °C; asumiendo los meses de diciembre, enero, febrero y marzo como temperatura de verano y junio, julio, agosto y setiembre como invierno, cuya diferencia en los cuarenta años

estudiados es menor que 5 °C por lo tanto, el régimen de temperatura siendo menor de 5 °C, se califica como **Isothermic** (Soil Taxonomy; 2,016).



4.1.2 Precipitación Pluvial

La precipitación pluvial total mensual (mm) en cuatro períodos decenales 1976 - 1985, 1986 - 1995, 1996 - 2005 y 2006 - 2015, en la microcuenca Los Molinos, Montero - Ayabaca, se presenta en el Cuadro 4.2, siendo la precipitación acumulada anual decanal en los decenios estudiados: 1233, 1340, 1476 y 1416 mm, respectivamente. En Los Molinos durante 40 años, desde 1,976 al 2,015, arroja un promedio general acumulado anual de 1366.25 mm de precipitación, lo cual caracteriza al estrato superior de bosque húmedo montano (bh-M).

La cantidad de agua meteórica precipitada en la región, es la responsable de los procesos de formación de los suelos estudiados, sobresaliendo: **Argiluvación** (lavado de arcillas de los horizontes superiores a los inferiores-formación de un Bt); **Rubefacción** (enrojecimiento y/o amarillamiento de los horizontes infrayacentes por la oxidación y/o reducción de los minerales del suelo y pardeamiento en el horizonte superficial A). En los 40 años supracitados se colige que la precipitación anual se incrementó en 183 mm, guardando relación recíproca con el incremento de la temperatura lo que se evidencia en forma irrefutable, el cambio climático tan comentado a nivel global, pero probado en este trabajo de investigación.

Cuadro 4.2.

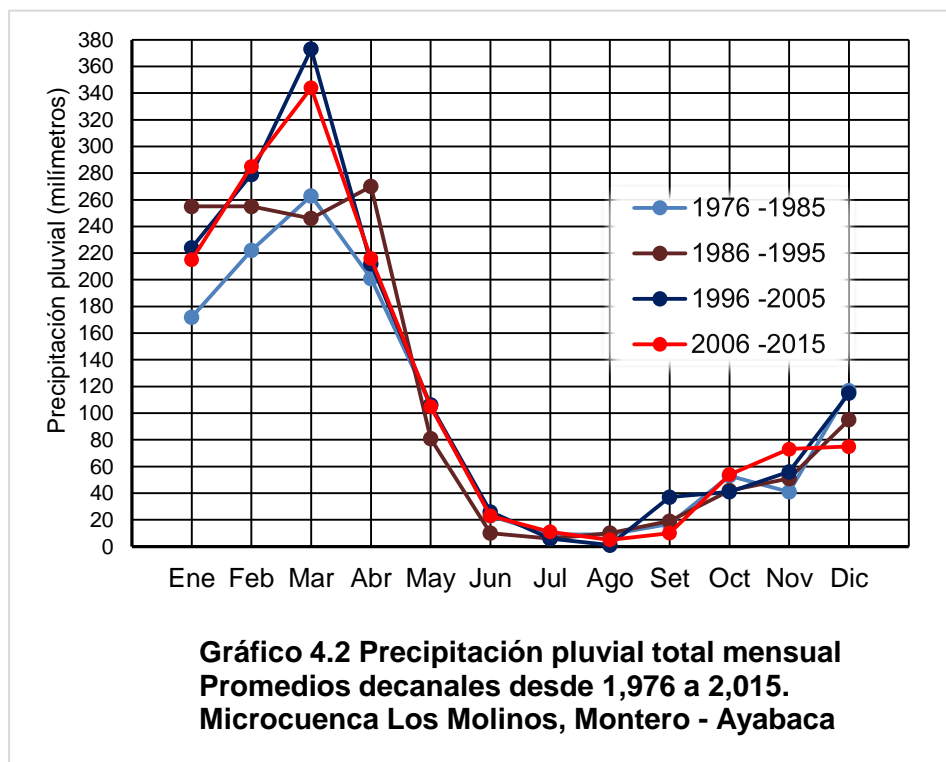
Precipitación pluvial total mensual (mm). Promedios decanales desde 1,976 a 2,015. Microcuenca Los Molinos, Montero-Ayabaca.

Mes	Períodos decanales desde 1,976 a 2,015			
	1976 - 1985	1986 - 1995	1996 - 2005	2006 - 2015
Ene	172 ± 101	255 ± 175	224 ± 226	215 ± 103
Feb	222 ± 97	255 ± 85	279 ± 120	285 ± 114
Mar	263 ± 121	246 ± 96	373 ± 107	344 ± 81
Abr	201 ± 62	270 ± 57	212 ± 81	216 ± 83
May	106 ± 64	81 ± 30	106 ± 54	105 ± 49
Jun	23 ± 20	10 ± 7	26 ± 22	23 ± 17
Jul	9 ± 9	6 ± 7	6 ± 4	11 ± 8
Ago	9 ± 9	10 ± 11	1 ± 3	5 ± 5
Set	17 ± 12	19 ± 19	37 ± 30	10 ± 7
Oct	53 ± 37	42 ± 30	41 ± 17	54 ± 28
Nov	41 ± 29	51 ± 19	56 ± 33	73 ± 28
Dic	117 ± 90	95 ± 55	115 ± 53	75 ± 44

Fuente: Datos meteorológicos proporcionados por el SENAMHI-Lima y Estación Meteorológica de Ayabaca.

En el acápite anterior se determinó que la temperatura en la microcuenca Los Molinos se había incrementado en los últimos 40 años por lo que es de esperarse que exista una mayor evapotranspiración por parte de los

componentes vegetales, sin embargo el régimen lluvioso de enero a abril compensaría en gran parte el déficit que sufren estos vegetales en el resto de meses del año, no obstante estos cambios pueden provocar alteraciones en los ecosistemas los cuales van desde la reducción de la densidad de árboles hasta cambios en la distribución de especies y en casos extremos, áreas actualmente ocupadas por bosque pueden ser sustituidas por matorral, y áreas actualmente ocupadas por matorrales pueden padecer erosión (Peñuelas, J., et al., 2004).



El Gráfico 4.2 muestra que en la microcuenca Los Molinos el régimen lluvioso se produce a partir del mes de octubre hasta abril durante los cuatro períodos decenales analizados. De acuerdo a la taxonomía mundial de los suelos, esta región presenta períodos lluviosos y secos calificándose como régimen de humedad **Ustic**. Esta condición climática permite la oxido-reducción

de los suelos, que al humedecerse se producen hinchamiento de las arcillas y al secarse ocurre la contracción, originando rajaduras en el perfil, lo que facilita la eluviación de arcillas de los horizontes suprayacentes a los infrayacentes, como se evidencia en los Alfisoles y Ultisoles de las series estudiadas (Bt). El régimen Ustic obliga a los agricultores de la zona al cultivo de secano tales como: papa, maíz, arveja, haba y en la parte alta el cultivo de olluco y oca.

Sin embargo, en la parte baja de la cuenca al formarse la quebrada de “Sicacate” se observan muchos cultivos bajo riego donde también se aprovecha las aguas de escorrentía de algunos riachuelos o pequeñas quebradas, en beneficio de los agricultores que se favorecen con plantaciones de naranja, plátano y algunos forestales como se tratará posteriormente. Algunos autores como Tinoco, J. (2,011) y Postigo, J. (2,012), concluyen que se vislumbra un posible impacto del cambio climático sobre la distribución y rendimiento de los cultivos en desmedro de la producción y productividad de las cosechas.

4.1.3 Horas de Sol

El número horas de sol media mensual en cuatro períodos decanales 1976 - 1985, 1986 - 1995, 1996 - 2005 y 2006 - 2015, en la microcuenca Los Molinos, Montero - Ayabaca, se indica en el Cuadro 4.3 y describe un patrón de comportamiento descendente-ascendente-descendente de 1976 - 1985 a 1986 - 1995; 1986 - 1995 a 1996 - 2005; 1996 - 2005 a 2006 - 2015, respectivamente.

En el presente estudio, observamos que el máximo valor de las horas de sol se produce en los meses de abril a diciembre, siendo su pico máximo el mes

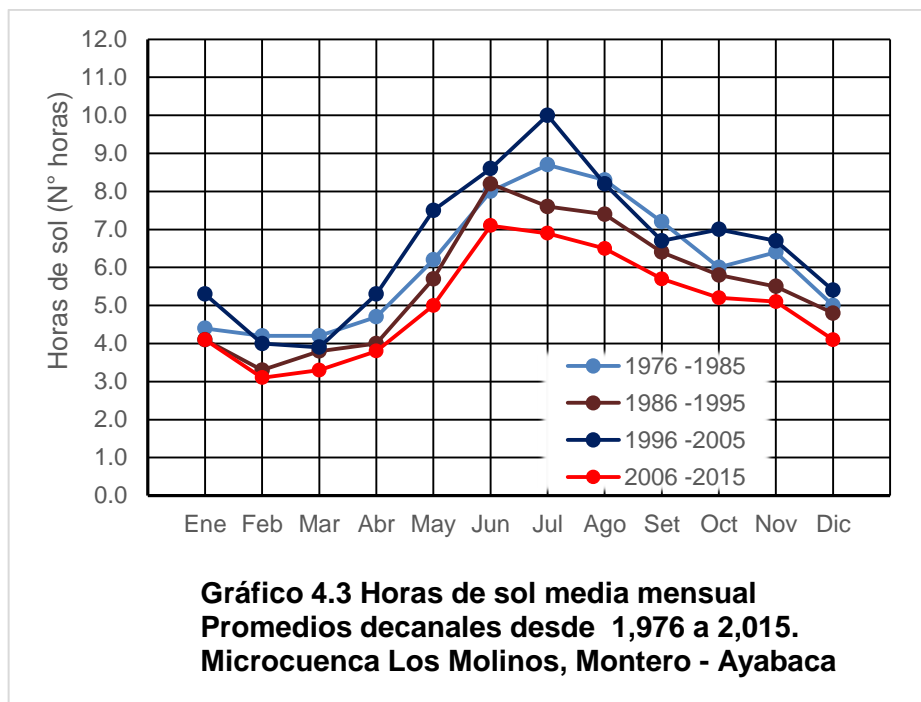
de julio con 10 horas de sol diarias y el mínimo en febrero con 3 horas; tal como lo podemos apreciar en el Gráfico 4.3.

Cuadro 4.3

Horas de sol media mensual (N° horas). Promedios decanales desde 1,976 a 2,015. Microcuenca Los Molinos, Montero-Ayabaca.

Mes	Períodos decanales desde 1,976 a 2,015			
	1976 - 1985	1986 - 1995	1996 - 2005	2006 - 2015
Ene	4.4 ± 0.7	4.1 ± 0.8	5.3 ± 1.7	4.1 ± 1.0
Feb	4.2 ± 0.8	3.3 ± 0.9	4.0 ± 1.0	3.1 ± 0.4
Mar	4.2 ± 0.6	3.8 ± 0.8	3.9 ± 1.3	3.3 ± 1.1
Abr	4.7 ± 0.6	4.0 ± 0.7	5.3 ± 1.1	3.8 ± 1.2
May	6.2 ± 0.8	5.7 ± 0.7	7.5 ± 0.9	5.0 ± 1.4
Jun	8.0 ± 0.7	8.2 ± 0.9	8.6 ± 0.9	7.1 ± 1.9
Jul	8.7 ± 0.6	7.6 ± 2.0	10.0 ± 1.1	6.9 ± 2.6
Ago	8.3 ± 0.6	7.4 ± 2.0	8.2 ± 3.5	6.5 ± 2.6
Set	7.2 ± 0.9	6.4 ± 1.7	6.7 ± 2.8	5.7 ± 2.2
Oct	6.0 ± 0.9	5.8 ± 0.7	7.0 ± 1.3	5.2 ± 1.5
Nov	6.4 ± 0.6	5.5 ± 1.0	6.7 ± 1.1	5.1 ± 1.7
Dic	5.0 ± 0.7	4.8 ± 1.1	5.4 ± 1.1	4.1 ± 1.4

Fuente: Datos meteorológicos proporcionados por el SENAMHI-Lima y Estación Meteorológica de Ayabaca.



4.1.4 Humedad Relativa

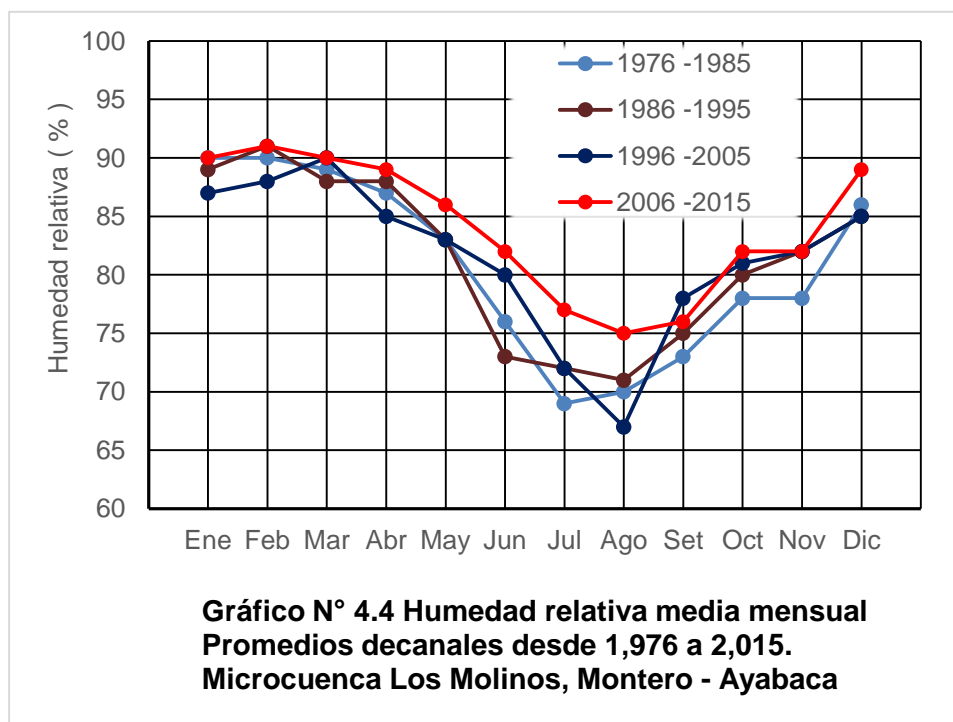
En cuanto a la humedad relativa (en adelante $H^0 R^0$) en los períodos decanales estudiados (Cuadro 4.4), el promedio mes/año es de 81.9 %, además se deduce que la $H^0 R^0$ media anual ha aumentado en 2 %, siendo 80.8 % en los primeros diez años (1,976 - 1,985) y 84.1 en el último decenio (2,006 - 2,015). La $H^0 R^0$ mensual (%) en el primer decenio de 1,976 - 1,985, aumenta de 80.8 a 81.4 % respecto al segundo decenio con un incremento de 0.6 %; 0.1 entre el segundo comparado con el tercer decenio y 2.6 % entre el 2,016 y 2,015, habiendo variado en 2 % en los últimos cuarenta años, registrándose las máxima $H^0 R^0$ en el mes de febrero con 91 % y disminuyendo a 67 % en el mes de agosto, este efecto del cambio climático influye directamente en la fenología de los cultivos; observándose marchitamiento de las plantas en la época seca la cual afecta a los cultivos de secano.

Cuadro 4.4

Humedad relativa media mensual (%). Promedios decanales desde 1,976 a 2,015. Microcuenca Los Molinos, Montero-Ayabaca.

Mes	Períodos decanales desde 1,976 a 2,015			
	1976 - 1985	1986 - 1995	1996 - 2005	2006 - 2015
Ene	90 ± 3	89 ± 2	87 ± 2	90 ± 3
Feb	90 ± 2	91 ± 2	88 ± 2	91 ± 2
Mar	89 ± 2	88 ± 2	90 ± 2	90 ± 1
Abr	87 ± 2	88 ± 2	85 ± 6	89 ± 3
May	83 ± 2	83 ± 2	83 ± 2	86 ± 2
Jun	76 ± 5	73 ± 3	80 ± 4	82 ± 3
Jul	69 ± 3	72 ± 4	72 ± 2	77 ± 4
Ago	70 ± 3	71 ± 4	67 ± 4	75 ± 5
Set	73 ± 3	75 ± 3	78 ± 14	76 ± 6
Oct	78 ± 5	80 ± 4	81 ± 7	82 ± 3
Nov	78 ± 5	82 ± 3	82 ± 11	82 ± 6
Dic	86 ± 4	85 ± 2	85 ± 3	89 ± 3

Fuente: Datos meteorológicos proporcionados por el SENAMHI-Lima y Estación Meteorológica de Ayabaca.



En los meses setiembre, octubre, noviembre y diciembre, la humedad relativa media mensual (%) aumenta del rango 73 - 86% a 76 - 89%, comparativamente, del período decanal 1976 - 1985 al período decanal 2006 - 2015, siendo los incrementos mensuales entre 3.0 y 4.0 %, desde el primero al cuarto período decanal. Gráfico 4.4.

Conforme a los Gráficos 4.3 y 4.4, las variaciones en las horas de sol y humedad relativa en el lapso de los años estudiados, son una muestra de la influencia del cambio climático; el cual afecta sin duda alguna a todos los factores de la producción en el ecosistema de la microcuenca los Molinos, incidiendo en la composición y dinámica de los ecosistemas, además altera la deforestación, erosión, acelera el proceso de intemperización de las rocas, contribuyendo al desarrollo edafogenético de los suelos, afectando la dinámica del paisaje corroborado por Loyola, E. et al., (2,011).

4.2. INCIDENCIA DE LOS PARÁMETROS METEOROLÓGICOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO, SOBRE LA DIVERSIDAD DE ESPECIES VEGETALES EN LA MICROCUENCA LOS MOLINOS, MONTERO-AYABACA.

4.2.1 Distribución y Variabilidad de Especies Vegetales.

La distribución y variabilidad de especies vegetales en la microcuenca Los Molinos, Montero - Ayabaca, se describe según sean plantas arbóreas, arbustivas o herbáceas existentes, y de acuerdo a los pisos altitudinales se ha estratificado en tres zonas de vida, siguiendo el Diagrama Bioclimático de Holdrich (1,947): Bosque Húmedo - Montano Bajo (bh - MB), entre 1,800 y 2,000

m.s.n.m; Bosque Seco - Montano Bajo (bs - MB), entre 2,000 y 3,000 m.s.n.m; y Bosque Húmedo - Montano (bh-M), se halla entre 2,500 y 3,300 m.s.n.m.

Conforme al Cuadro 4.5 se identificaron 25 especies vegetales arbóreas en la microcuenca Los Molinos, Montero - Ayabaca, en los estratos o zonas de vida correspondientes: nombre común, tipo vegetal, familia y nombre científico.

En el Bosque Húmedo-Montano Bajo (bh-MB), que involucra al perfil “El Lanche”, se han identificado trece especies vegetales arbóreas: caña shingur, falso roble, añalque, paltón, aliso, piñán, pino, checo, aritaco, cedro, cipres, yutuguero y eucalipto cuyos nombres técnicos se consignan en el Cuadro 4.5. Así mismo, encontramos 6 especies arbustivas (Cuadro 4.6) tales como: cabuya, chilca, zarzamora, mosquero, sauco, bejuquillo y las herbáceas (Cuadro 4.7): grama chilena, nudillo, helechos y verbena, muestreadas al azar en los 1,000 m circundantes del perfil representativo. Ver Figura 4.1.



Figura 4.1. Vegetación característica del Bosque Húmedo-Montano Bajo (bh-MB), microcuenca Los Molinos - Montero, Ayabaca.

Respecto al estrato intermedio Bosque Seco - Montano Bajo (bs - MB), que abarca los perfiles 2 y 3, predominan las siguientes especies arbóreas (Cuadro 4.5): culuquero, aritaco, cedro y ciprés, siendo las especies representativas de los arbustos (Cuadro 4.6): achira, chilca, zarzamora, mosquero, sauco y bejuquillo; en cuanto a las herbáceas (Cuadro 4.7), destacan: yuyo, winton, tomatillo, huicundo, nudillo y helechos; figura 4.2.

En el último estrato Bosque Húmedo–Montano (bh - M), que abarca los perfiles 4 y 5 encontramos un mayor número de especies vegetales arbóreas, tales como: Tululuche, laurel, cucharillo, pajul, cachuto o flor de agua, guaba de zorro, chachacomo, pincullo o sangre de toro, flor de quinde, chinchín, chivato o añasquero, aritaco, cedro, yutuguero y eucalipto. Las especies arbustivas: hoja blanca, chilca, zarzamora, mosquero, sauco, zuro-suro y cordoncillo; así como las especies herbáceas siguientes: nudillo, helechos, verbena y musgo. Ver foto 4.3. Los nombres científicos de las especies antes mencionadas figuran en los Cuadros 4.5, 4.6 y 4.7.



Figura 4.2. Vegetación característica del Bosque Seco - Montano Bajo (bs-MB). Microcuenca Los Molinos, Montero - Ayabaca



Figura 4.3. Vegetación característica del Bosque Húmedo - Montano (bh-M), microcuenca Los Molinos-Montero, Ayabaca.

Los agricultores locales de la microcuenca Los Molinos, previa encuesta, señalan que es un hecho impajaritable el cambio del clima, manifestado en la aparición y/o desaparición de especies nativas, influído además por la presión que ejerce el poblador del estrato bajo y alto sobre el medio ambiente. Las prácticas culturales ancestrales tales como: uso indiscriminado de pastos, tala y quema de bosques (Figura 4.4), labores culturales inadecuadas, mal manejo de los suelos, incremento de la erosión hídrica, no uso de la cobertura vegetal en las fuertes pendientes; y sobre todo, agotamiento del ion calcio que favorece la pérdida de los nutrientes (erosión acelerada), indispensables para la obtención de las cosechas; son las principales causas de la pobreza de los campesinos en las laderas secas de Los Molinos y zonas aledañas.

Nuestra actividad y la actividad de todos los organismos vivos están fuertemente influídas por la temperatura, es por ello que el calentamiento se ha traducido en cambios significativos en los ciclos vitales de plantas y animales;

como sabemos, el paso por las diferentes fases depende, entre otros factores, de la temperatura acumulada, lo que comúnmente denominamos grados - día, es decir, del total de energía requerida por un organismo para desarrollarse y pasar de un estadio a otro de su ciclo vital, éstos cambios fenológicos se han convertido en el síntoma más claro de que el cambio climático ya afecta la vida, (Peñuelas y Filella, 2001).



Figura 4.4. Tala y quema de especies forestales en la microcuenca Los Molinos - Montero, Ayabaca.

Cuadro 4.5

Distribución y variabilidad de plantas arbóreas. Microcuenca los Molinos, Montero – Ayabaca.

Nº	Nombre común	Tipo vegetal	Familia	Nombre científico	bh-MB	bs-MB	bh-M
1	Caña shingur	Árbol	Hologaraceae	<i>Gunnera margaretae</i> S.	x		
2	Falso roble	Árbol	Proteaceae	<i>Grevillea robusta</i>	x		
3	Añalque	Árbol	Polygonaceae	<i>Coccoloba ruiziana</i>	x		
4	Paltón	Árbol	Polygonaceae	<i>Triplaris cumingiana</i> F.	x		
5	Aliso	Árbol	Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i> H. B. K.	x		
6	Piñán	Árbol	Styraceae	<i>Styrax cordatus</i>	x		
7	Pino	Árbol	Pinaceae	<i>Pinus radiata</i> D. Don.	x		
8	Checo	Árbol	Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i> L.	x		
9	Culugero	Árbol	Euphorbiaceae	<i>Croton spp</i>		x	
10	Tululuche	Árbol	Solanaceae	<i>Solanum stenophyllum</i> D.			x
11	Laurel	Árbol	Myricaceae	<i>Myrica pubescens</i> Humbolt			x
12	Cucharillo	Árbol	Proteaceae	<i>Komata hirsuta</i> Lamarck J. F.			x
13	Pajul	Árbol	Fabaceae	<i>Erythrina edulis</i> var. <i>Triana</i>			x
14	Cachuto, flor de agua	Árbol	Asteraceae	<i>Fulcaldea laurifolia</i>			x
15	Guabo de zorro	Árbol	Fabaceae	<i>Inga densiflora</i>			x
16	Chachacomo	Árbol	Grossulariaceae	<i>Escallonia micrantha</i>			x
17	Pincullo, sangre toro	Árbol	Papaveraceae	<i>Bocconia pearcei</i> Hutch			x
18	Flor de Quinde	Árbol	Solaneceae	<i>Streptosolen jamensonii</i> M.			x
19	Chinchín	Árbol	Solanaceae	<i>Dunalia campanulata</i>			x
20	Chivato, añasquero	Árbol	Monimiaceae	<i>Siparuna muricata</i>			x
21	Aritaco	Árbol	Asterácea	<i>Vernonia ferruginea</i> L.	x	x	x
22	Cedro	Árbol	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	x	x	x
23	Ciprés	Árbol	Cupressaceae	<i>Cupressus macrocarpa</i>	x	x	
24	Yutugero	Árbol	Mysinaceae	<i>Myrsine minutiflora</i>	x		x
25	Eucalipto	Árbol	Mirtaceae	<i>Eucaliptus sp.</i>	x		x

Elaboración propia

Cuadro 4.6

Distribucion y variabilidad de plantas arbustivas. Microcuenca los Molinos, Montero – Ayabaca.

N°	Nombre común	Tipo vegetal	Familia	Nombre científico	bh-MB	bs-MB	bh-M
1	Cabuya	Arbusto	Agavaceae	<i>Furcraea andina</i>	x		
2	Achira	Arbusto	Cannaceae	<i>Canna indica</i>		x	
3	Hoja blanca	Arbusto	Asteraceae	<i>Liabum solidagineum</i> (Kunth)			x
4	Chilca	Arbusto	Asteraceae	<i>Baccharis latifolia</i>	x	x	x
5	Zarzamora	Arbusto	Rosaceae	<i>Rubus roseus</i>	x	x	x
6	Mosquero	Arbusto	Euphorbiaceae	<i>Croton sp</i>	x	x	x
7	Sauco	Arbusto	Caprifoliaceae	<i>Sambucus peruviana</i> H. B. K.	x	x	x
8	Bejuquillo	Arbusto	Convolvulaceae	<i>Ipomoea classifolia</i>	x	x	
9	Zuro-Suro	Arbusto	Poaceae	<i>Chusquea scandens</i>		x	x
10	Cordoncillo	Arbusto	Piperaceae	<i>Piper elongatum</i>		x	x

Elaboración propia

Cuadro 4.7

Distribucion y variabilidad de plantas herbáceas. Microcuenca los Molinos, Montero – Ayabaca.

N°	Nombre común	Tipo vegetal	Familia	Nombre científico	bh-MB	bs-MB	bh-M
1	Grama chilena	Herbácea	Poaceae	<i>Setaria geniculata</i>	x		
2	Yuyo	Herbácea	Amaranthaceae	<i>Amaranthus gracilis</i> Desf.		x	
3	Winton	Herbácea	Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>		x	
4	Tomatillo	Herbácea	Solanaceae	<i>Solanum sisymbirifolium</i> Lam.		x	
5	Huicundo	Herbácea	Bromeliaceae	<i>Racinaea sp</i>		x	
6	Nudillo	Herbácea	Poaceae	<i>Leptochloa filiformis</i> Lam	x	x	x
7	Helechos	Herbácea	Biechnaceae	<i>Biechnum occidentale</i> L.	x	x	x
8	Verbena	Herbácea	Verbenaceae	<i>Verbena officinalis</i> L.	x		x
9	Musgo	Herbácea	Mniaceae	<i>Mnium sp</i>		x	x

Elaboración propia

Los lugareños de la parte alta de la microcuenca Los Molinos, narran que antiguamente existía mayor número de plantas de cascarilla (*Cinchona sp*), utilizada como planta medicinal; probablemente el relativo calentamiento de este ecosistema ha causado una disminución relevante de esta especie vegetal

poniéndola, al borde de la extinción. La alteración de los parámetros meteorológicos (incremento) evidencia una marcada alteración en la biodiversidad, corroborado al encuestar a los usuarios dentro del estudio, quienes indican el peligro de la extinción de raplaguero, güal, colorao, chachacomo, huayacán, nogal y saye, tal como lo apreciamos en los siguientes acápite.

Respecto al cambio climático y su efecto en la diversidad de especies vegetales, los agricultores de la microcuenca Los Molinos, Montero - Ayabaca han expresado su opinión, a saber: El Cuadro 4.8 responde a la pregunta **¿Cree Ud., que los cambios en el clima están afectando el desplazamiento de las especies vegetales?:**

En la zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo (bh-MB), el 61.5 % de los agricultores encuestados respondieron que **“Sí”** y el 30.8 % manifestaron **“Puede ser”**; mientras que en los estratos Bosque Seco Montano Bajo (bs - MB) y Bosque Húmedo Montano (bh - M), el 36.4 % y 33.3 %, respectivamente respondieron **“Sí”**, y el 63.6 % y 66.7 % para cada caso opinaron **“Puede ser”**.

Cuadro 4.8

Entrevista a agricultores.

Pregunta: *¿Cree que los cambios en el clima afectan el desplazamiento de las especies vegetales?*

Alternativa	Microcuenca Los Molinos, Montero-Ayabaca					
	Bosque Húmedo Montano Bajo		Bosque Seco Montano Bajo		Bosque Húmedo Montano	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Sí	8	61.5	4	36.4	2	33.3
Puede ser	4	30.8	7	63.6	4	66.7
No lo sé	1	7.7	0	0.0	0	0.0
Total	13	100.0	11	100.0	6	100.0

Con respecto a la pregunta: **Mencione el nombre de los vegetales que están desapareciendo en los últimos años**, consignada en el Cuadro 4.9, los agricultores han señalado 19 especies vegetales que están desapareciendo en los últimos años en los tres estratos estudiados, de las cuales 12 se están extinguiendo en la zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo (bh - MB), tales como: chachacomo (38.5 %), raplaguero (38.5 %), colorao (23.1 %), nogal (23.1 %), guayacán (23.1 %); y con 7.7 %, las especies vegetales duraznillo, higuerón, lanzaguero, palo de agua, palto, sauce y gual. Ocho especies vienen desapareciendo en el estrato Bosque Seco Montano Bajo (bs - MB): raplaguero (54.5 %), gual (27.3 %), colorao (27.3 %), aliso, lanche, pino y nogal con 9.1 % cada uno y ocho en la zona de vida Bosque Húmedo Montano (bh - M): raplaguero (100 %), gual (66.7 %), colorao (50 %), saye por el 33.3 % de respuesta múltiple; y con 16.7 %, las especies vegetales cascarillo, puchunguero y yutuguero.

Cuadro 4.9

Entrevista a los agricultores.

Pregunta: “Mencione el nombre de los vegetales que están desapareciendo en los últimos años”.

Respuesta (múltiple)	Microcuenca Los Molinos, Montero-Ayabaca					
	Bosque Húmedo		Bosque Seco		Bosque Húmedo	
	Montano Bajo		Montano Bajo		Montano	
	Respuesta	Porcentaje	Respuesta	Porcentaje	Respuesta	Porcentaje
Chachacomo	5	38.5				
Guayacán	3	23.1				
Duraznillo	1	7.7				
Higuirón	1	7.7				
Lanzaguero	1	7.7				
Palo de agua	1	7.7				
Palto	1	7.7				
Sauce	1	7.7				
Aliso			1	9.1		
Lanche			1	9.1		
Pino			1	9.1		
saye					2	33.3
Cascarillo					1	16.7
Puchuguero					1	16.7
Yutuguero					1	16.7
Raplaguero	5	38.5	6	54.5	6	100.0
Gual	1	7.7	3	27.3	4	66.7
Colorao	3	23.1	3	27.3	3	50.0
Nogal	3	23.1	1	9.1		
Blanco			1	9.1	2	33.3
No conoce			1	9.1		
No indica			1	9.1		

Elaboración propia.

Actualmente existen muchas entidades internacionales tales como: ONU, OEA, FAO y expertos en las ciencias de la tierra, quienes revelan que está probado científicamente el “**cambio climático**” de nuestro planeta; cuyas manifestaciones evidentes son: deglaciación, huracanes, alteración del

fenómeno El Niño, incendios forestales, cambio en la fenología de los cultivos, extinción de especies, sequías, inundaciones entre otros.

Por lo tanto, con la información procesada líneas arriba, se ha probado fehacientemente que la zona estudiada es afectada por este evento global.

El Cuadro 4.10 responde a la pregunta a los expertos, **¿Cómo cree que influye la temperatura como parámetro meteorológico del cambio climático, en la distribución y variabilidad de especies vegetales?**

Cuadro 4.10

Entrevista a expertos.

Pregunta: ¿Cómo cree que influye la temperatura en la distribución y variabilidad de especies vegetales?

Componente:	Respuestas sistematizadas
Distribución y variabilidad de especies vegetales	<ul style="list-style-type: none"> Las especies vegetales se distribuyen en los diferentes pisos ecológicos atendiendo a las preferencias que tienen por la temperatura (a mayor altura menor temperatura). Las variaciones de temperatura provocan redistribución de especies vegetales adaptadas a un determinado ecosistema, haciendo variar la biodiversidad. Afecta su ciclo biológico y elimina los individuos no adaptados.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados consolidados sobre las respuestas de los expertos a la pregunta anterior coincide con Postigo, J. (2012), quien encontró la existencia de un desplazamiento de las plantas hacia las partes de mayor altitud y una tendencia a la homogeneización de la vegetación; por otro lado, existe una relación inversa entre la temperatura y el predominio en la comunidad, de tal manera que menores temperaturas están relacionadas con mayor predominio de comunidades vegetales (Sotomayor, D., y Jiménez, P. 2005). Estudios llevados

a cabo con anillos de los árboles, han mostrado cambios en la morfología y fisiología de las plantas producidos en paralelo a los cambios atmosféricos y climáticos, especialmente relacionados con la temperatura; comprobándose que en los últimos dos siglos la densidad estomática ha disminuido en un 21 % en el conjunto de catorce especies estudiadas, indicando una posible adaptación a las condiciones más cálidas y áridas de la actualidad mediante una mayor eficiencia en el uso del agua (Peñuelas, J., et al., 2004).

Cuadro 4.11

Entrevista a expertos.

Pregunta: ¿De qué manera influye la precipitación en la distribución y variabilidad de especies vegetales?

Componente:	Respuestas sistematizadas
Distribución y variabilidad de especies vegetales	<ul style="list-style-type: none"> • Existe relación directa entre la precipitación pluvial y distribución y variabilidad de especies vegetales alterando de esta manera la biodiversidad. En consecuencia, influye en la distribución de las especies que se adaptan más a la inestabilidad de la humedad. Estratificación en función de la disponibilidad de agua. • Por variación de las características físico-químicas del suelo varía la adaptabilidad de las especies. Altera la distribución por altitud. • Reaviva el potencial latente de semillas enterradas.

Elaboración propia.

Los resultados derivados de la pregunta: **¿De qué manera influye la precipitación como factor meteorológico del cambio climático sobre la distribución y variabilidad de especies vegetales?**, se muestran en el Cuadro 4.11; los expertos opinan que la distribución y variabilidad de las especies vegetales guarda relación directa con la precipitación, concordante con Sotomayor, D y Jiménez, P (2005) quienes encontraron relación significativa entre las condiciones meteorológicas (precipitación, neblina) con la dinámica

vegetal, con el número total de individuos, con la emergencia de plántulas, así como con el predominio de éstas.

4.2.2 Población por Especies Vegetales.

La población por especies vegetales en la microcuenca Los Molinos, Montero - Ayabaca, se describe según sean plantas arbóreas, arbustivas o herbáceas, por perfil correspondientes a cada estrato o zona de vida.

Cuadro 4.12

Especies vegetales arbóreas por muestreo, (N°)*(1000m²)⁻¹. Bosque Húmedo Montano Bajo (bh-MB), perfil 1: El Lanche; Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca.

N°	Nombre común	Tipo vegetal	Familia	Nombre científico	(N°)*(1000m ²) ⁻¹
1	Aritaco	Árbol	Asterácea	<i>Vernonia ferruginia</i> Lessing	333
2	Yutuguero	Árbol	Mysinaceae	<i>Myrsine minutiflora</i>	100
3	Caña shingur	Árbol	Hologaraceae	<i>Gunnera margaretae</i> Schinder	10
4	Falso roble	Árbol	Proteaceae	<i>Grevillea robusta</i>	8
5	Añalque	Árbol	Polygonaceae	<i>Coccoloba ruiziana</i>	5
6	Paltón	Árbol	Polygonaceae	<i>Triplaris cumingiana</i> Fischer	5
7	Cedro	Árbol	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	4
8	Cipres	Árbol	Cupressaceae	<i>Cupressus macrocarpa</i>	4
9	Aliso	Árbol	Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i> H. B. K.	3
10	Piñán	Árbol	Styraceae	<i>Styrax cordatus</i>	3
11	Eucalipto	Árbol	Mirtaceae	<i>Eucalyptus</i> sp.	1
12	Pino	Árbol	Pinaceae	<i>Pinus radiata</i> D. Don.	1
13	Checo	Árbol	Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i> L.	1

Elaboración propia

Cuadro 4.13

Especies vegetales arbustivas por muestreo, $(N^{\circ}) \cdot (1000m^2)^{-1}$. Bosque Húmedo Montano Bajo (bh-MB), perfil 01: Lanche; Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca.

N°	Nombre común	Tipo vegetal	Familia	Nombre científico	$(N^{\circ}) \cdot (1000m^2)^{-1}$
1	Mosquero	Arbusto	Euphorbiaceae	<i>Croton sp</i>	560
2	Zarzamora	Arbusto	Rosaceae	<i>Rubus roseus</i>	444
3	Bejuquillo	Arbusto	Convolvaceae	<i>Ipomoea classifolia</i>	333
4	Sauco	Arbusto	Caprifoliaceae	<i>Sambucus peruviana</i> H. B. K.	111
5	Chilca	Arbusto	Asteraceae	<i>Baccharis latifolia</i>	110
6	Cabuya	Arbusto	Agavaceae	<i>Furcraea andina</i>	3

Elaboración propia

Cuadro 4.14

Especies vegetales herbáceas por muestreo, $(N^{\circ}) \cdot (1000m^2)^{-1}$. Bosque Húmedo Montano Bajo (bh-MB), perfil 01: Lanche; Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca.

N°	Nombre común	Tipo vegetal	Familia	Nombre científico	$(N^{\circ}) \cdot (1000m^2)^{-1}$
1	Gramma chilena	Herbácea	Poaceae	<i>Setaria geniculata</i>	2100
2	Nudillo	Herbácea	Poaceae	<i>Leptochloa filiformis</i> Lam	2000
3	Verbena	Herbácea	Verbenaceae	<i>Verbena officinalis</i> L	1400
4	Helechos	Herbácea	Biechnaceae	<i>Biechnum occidentale</i> L.	555

Elaboración propia

En los Cuadros 4.12, 4.13 y 4.14 se identificaron 13 especies vegetales arbóreas identificadas en la zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo (bh - MB), Perfil 1: “El Lanche” de la microcuenca Los Molinos, Montero - Ayabaca; agregando la medición por muestreo, $(N^{\circ} \text{ de individuos}) \cdot (1000m^2)^{-1}$. Cabe anotar a las especies aritaco y yutuguero con 333 y 100 $\text{individuos} \cdot (1000m^2)^{-1}$ respectivamente como las predominantes. Además 06 especies arbustivas destacando entre ellas mosquero, zarzamora y bejuquillo, cuantifican 560, 444 y 333 $(N^{\circ} \text{ individuos}) \cdot (1000m^2)^{-1}$ respectivamente. Entre las especies herbáceas

destacan: grama chilena y nudillo con 2100 y 2000 individuos*(1000m²)⁻¹ respectivamente.

Los Cuadros 4.15, 4.16 y 4.17 corresponden al perfil 2, de la zona de vida bs-MB de la microcuenca, donde se identificó y clasificó especies tanto arbóreas, arbustivas como herbáceas, respectivamente; indicando el (N°)*(1000m²)⁻¹ de individuos por muestreo.

Cuadro 4.15

Especies vegetales arbóreas por muestreo, (N°)*(1000m²)⁻¹. Bosque Seco Montano Bajo (bs-MB), perfil 02: Los Molinos Bajo; Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca.

N°	Nombre común	Tipo vegetal	Familia	Nombre científico	(N°)*(1000m ²) ⁻¹
1	Aritaco	Árbol	Asterácea	<i>Vernonia ferruginia</i> L.	200
2	Cedro	Árbol	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	10
3	Culugero	Árbol	Euphorbiaceae	<i>Croton spp</i>	5

Elaboración propia

Cuadro 4.16

Especies vegetales arbustivas por muestreo, (N°)*(1000m²)⁻¹. Bosque Seco Montano Bajo (bs-MB), perfil 02: Los Molinos Bajo; Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca.

N°	Nombre común	Tipo vegetal	Familia	Nombre científico	(N°)*(1000m ²) ⁻¹
1	Zarzamora	Arbusto	Rosaceae	<i>Rubus roseus</i>	900
2	Zuro-suro	Arbusto	Poaceae	<i>Chusquea scadens</i>	372
3	Chilca	Arbusto	Asteraceae	<i>Baccharis latifolia</i>	110
4	Cordoncillo	Arbusto	Piperaceae	<i>Piper elongatum</i>	100
5	Mosquero	Arbusto	Euphorbiaceae	<i>Croton sp</i>	20

Elaboración propia

Cuadro 4.17

Especies vegetales herbáceas por muestreo, $(N^{\circ}) \cdot (1000m^2)^{-1}$. Bosque Seco Montano Bajo (bs-MB), perfil 02: Los Molinos Bajo; Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca.

N°	Nombre común	Tipo vegetal	Familia	Nombre científico	$(N^{\circ}) \cdot (1000m^2)^{-1}$
1	Nudillo	Herbácea	Poaceae	<i>Leptochloa filiformis</i> Lam	3300
2	Helecho	Herbácea	Blechnaceae	<i>Blechnum occidentale</i> L.	1900
3	Musgo	Herbácea	Mniaceae	<i>Mnium</i> sp	1200
4	Huicundo	Herbácea	Bromeliaceae	<i>Racinaea</i> sp	10

Elaboración propia

Aritaco, cedro y culugero son las tres especies vegetales arbóreas identificadas en el referido perfil y corresponde el mayor número de individuos a la especie aritaco con 200, mientras que la zarzamora y el zuro-suro predominan como especies arbustivas con 900 y 372 individuos respectivamente. Respecto a las plantas herbáceas destacan por el número, las especies nudillo, helechos y musgos con 3300, 1900 y 1200 individuos respectivamente.

Cuadro 4.18

Especies vegetales arbóreas por muestreo, $(N^{\circ}) \cdot (1000m^2)^{-1}$. Bosque Seco Montano Bajo (bs-MB), perfil 03: Los Molinos Alto 1; Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca.

N°	Nombre común	Tipo vegetal	Familia	Nombre científico	$(N^{\circ}) \cdot (1000m^2)^{-1}$
1	Cedro	Árbol	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	40
2	Aritaco	Árbol	Asterácea	<i>Vernonia ferruginea</i> Lessing	22
3	Ciprés	Árbol	Cupressaceae	<i>Cupressus macrocarpa</i>	16

Elaboración propia

Cuadro 4.19

**Especies vegetales arbustivas por muestreo, $(N^{\circ}) \cdot (1000m^2)^{-1}$.
Bosque Seco Montano Bajo (bs-MB), perfil 03: Los Molinos Alto 1;
Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca.**

N°	Nombre común	Tipo vegetal	Familia	Nombre científico	$(N^{\circ}) \cdot (1000m^2)^{-1}$
1	Cordoncillo	Arbusto	Piperaceae	<i>Piper elongatum</i>	440
2	Bejuquillo	Arbusto	Covulvolaceae	<i>Ipomoea crassifolia</i>	360
3	Sauco	Arbusto	Caprofilaceae	<i>Sambucus peruviana</i> H.B.K.	200
4	Zarzamora	Arbusto	Rosaceae	<i>Rubus roseus</i>	200
5	Mosquero	Arbusto	Euphorbiaceae	<i>Croton</i> sp	120
6	Achira	Arbusto	Cannaceae	<i>Canna indica</i>	60

Elaboración propia

Cuadro 4.20

**Especies vegetales herbáceas por muestreo, $(N^{\circ}) \cdot (1000m^2)^{-1}$.
Bosque Seco Montano Bajo (bs-MB), perfil 03: Los Molinos Alto 1;
Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca.**

N°	Nombre común	Tipo vegetal	Familia	Nombre científico	$(N^{\circ}) \cdot (1000m^2)^{-1}$
1	Yuyo	Herbácea	Amaranthaceae	<i>Amaranthus gracilis</i> Desf.	10000
2	Winton	Herbácea	Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	960
3	Nudillo	Herbácea	Poaceae	<i>Leptocloa filiformis</i>	560
4	Helechos	Herbácea	Blechnaceae	<i>Blechnum occidentale</i> L.	125
5	Tomatillo	Herbácea	Solanaceae	<i>Solanum sisymbriifolium</i> Lam.	120

Elaboración propia

En cuanto a las especies vegetales arbóreas, arbustivas y herbáceas identificadas en el perfil 3 “Los Molinos Alto 1”, Bosque Seco Montano Bajo (bs - MB), se describen en los Cuadros 18, 19 y 20, para cada caso. Son tres las especies vegetales arbóreas, cedro, aritaco y ciprés, predominantes en este perfil, siendo el número de individuos 40, 22 y 16 respectivamente. Entre las seis especies arbustivas, destacan: cordoncillo y bejuquillo con 440 y 360, siguiéndolas especies: sauco, zarzamora y mosquero con sus respectivas mediciones de 200, 200 y 120 individuos. En cuanto a las plantas herbáceas

predomina el yuyo cuyo número es de 10,000 individuos por 1000 m²., luego le siguen el winton y nudillo, con 960 y 560 respectivamente, mientras que los helechos y tomatillo fueron contabilizados con 125 y 120 individuos respectivamente.

Cuadro 4.21

Especies vegetales arbóreas por muestreo, (N°)*(1000m²)⁻¹. Bosque húmedo-Montano (bh-M), perfil 04: Los Molinos Alto 2; Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca.

N°	Nombre común	Tipo vegetal	Familia	Nombre científico	(N°)*(1000m ²) ⁻¹
1	Cucharillo	Árbol	Proteaceae	<i>Komata hirsuta</i> Lamarck J. F.	80
2	Tululuche	Árbol	Solanaceae	<i>Solanum stenophyllum</i> Dunal	70
3	Laurel	Árbol	Myricaceae	<i>Myrica pubescens</i> Humbolt	53
4	Eucalipto	Árbol	Mirtaceae	<i>Eucaliptus</i> sp.	25
5	Aritaco	Árbol	Asterácea	<i>Vernonia ferruginea</i> Lessing	20
6	Flor de agua	Árbol	Asteraceae	<i>Fulcaldea laurifolia</i>	20
7	Guabo de zorro	Árbol	Fabaceae	<i>Inga densiflora</i>	20
8	Chachacomo	Árbol	Grossulariaceae	<i>Escallonia micrantha</i>	20
9	Yutuguero	Árbol	Mysinaceae	<i>Myrsine minutiflora</i>	13
10	Pajul	Árbol	Fabaceae	<i>Erythrina edulis</i> var. <i>Triana</i>	12
11	Chinchín	Árbol	Solanaceae	<i>Dunalia campanulata</i>	10
12	Cedro	Árbol	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	10

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 4.22.

Especies vegetales arbustivas por muestreo, (N°)*(1000m²)⁻¹. Bosque húmedo-Montano (bh-M), perfil 04: Los Molinos Alto 2; Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca.

N°	Nombre común	Tipo vegetal	Familia	Nombre científico	(N°)*(1000m ²) ⁻¹
1	Cordoncillo	Arbusto	Piperaceae	<i>Piper elongatum</i>	1000
2	Chilca	Arbusto	Asteraceae	<i>Baccharis latifolia</i>	215
3	Zuro.-suro	Arbusto	Poaceae	<i>Chusquea scadens</i>	150
4	Mosquero	Arbusto	Euphorbiaceae	<i>Croton</i> sp	45
5	Zarzamora	Arbusto	Rosaceae	<i>Rubus roseus</i>	25

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 4.23

Especies vegetales herbáceas por muestreo, $(N^{\circ}) \cdot (1000m^2)^{-1}$. Bosque húmedo-Montano (bh-M), perfil 04: Los Molinos Alto 2; Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca.

N°	Nombre común	Tipo vegetal	Familia	Nombre científico	$(N^{\circ}) \cdot (1000m^2)^{-1}$
1	Nudillo	Herbácea	Poaceae	<i>Leptochloa filiformis</i> Lam	10000
2	Musgo	Herbácea	Mnaceae	<i>Mnium</i> sp.	2500
3	Helecho	Herbácea	Blechnaceae	<i>Blechnum occidentale</i> L.	1000
4	Verbena	Herbácea	Verbenaceae	<i>Verbena Officinalis</i> L.	600

Elaboración propia

A continuación se presentan las especies vegetales arbóreas, arbustivas y herbáceas del perfil 4 “Los Molinos Alto 2” del estrato Bosque Húmedo Montano (bh - M), en los Cuadros 4.21, 4.22 y 4.23, donde se encontró las especies arbóreas cucharillo, tululuche y laurel en un número de 80, 70 y 53 individuos x 1000m² respectivamente; decreciendo en cantidad el eucalipto, aritaco, cachuto, guaba de zorro y chachacomo. Yutuguero, pajul, chinchín y cedro. Referente a las plantas arbustivas el orden decreciente de predominancia fueron: cordoncillo con 1000 individuos, chilca, zuru-suro, mosquero y zarzamora, con 215, 150, 45 y 25 individuos respectivamente. Entre las herbáceas del mismo perfil, destacan: nudillo con 10000 individuos, sigue el musgo con 2500, helecho con 1000 y verbena con 600 individuos.

En los Cuadros 4.24, 4.25 y 4.26 se presentan las plantas arbóreas, arbustivas y herbáceas del perfil 05 “Cruce Montero - Ayabaca” de la zona de vida Bosque Húmedo Montano (bh - M).

Cuadro 4.24

Especies vegetales arbóreas por muestreo, $(N^{\circ}) \cdot (1000m^2)^{-1}$. Bosque húmedo-Montano (bh-M), perfil 05: Cruce Montero-Ayabaca; Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca.

N°	Nombre común	Tipo vegetal	Familia	Nombre científico	$(N^{\circ}) \cdot (1000m^2)^{-1}$
1	Eucalipto	Árbol	Mirtaceae	<i>Eucaliptus angustifolius</i>	230
2	Tululuche	Árbol	Solanaceae	<i>Solanum stenophyllum</i> Dunal	140
3	Laurel	árbol	Myricaceae	<i>Myrica pubescens</i> Humbolt	105
4	Pajul	Árbol	Fabaceae	<i>Erythrina edulis</i> var <i>Triana</i>	33
5	Pincullo o Sangre de toro	Árbol	Papaveraceae	<i>Bocconia pearcei</i> Hutch	20
6	Flor de Quinde	Árbol	Solaneceae	<i>Streptosolen jamensonii</i> Miers	15
7	Chivato o Añasquero	Árbol	Monimiaceae	<i>Siparuna muricata</i>	10

Elaboración propia

Cuadro 4.25

Especies vegetales arbustivas por muestreo, $(N^{\circ}) \cdot (1000m^2)^{-1}$. Bosque húmedo-Montano (bh-M), perfil 05: Cruce Montero-Ayabaca; Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca.

N°	Nombre común	Tipo vegetal	Familia	Nombre científico	$(N^{\circ}) \cdot (1000m^2)^{-1}$
1	Zuro-suro	Arbusto	Poaceae	<i>Chusquea scadens</i>	5000
2	Chilca	Arbusto	Asteraceae	<i>Baccharis latifolia</i>	2000
3	Zarzamora	Arbusto	Rosaceae	<i>Rubus roseus</i>	300
4	Sauco	Arbusto	Caprofilaceae	<i>Sambucus peruviana</i> H.B.K.	60
5	Hoja blanca	Arbusto	Asteraceae	<i>Liabum solidagineum</i> (Kunth)	40

Elaboración propia

Cuadro 4.26

Especies vegetales herbáceas por muestreo, $(N^{\circ}) \cdot (1000m^2)^{-1}$. Bosque húmedo-Montano (bh-M), perfil 05: Cruce Montero-Ayabaca; Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca.

N°	Nombre común	Tipo vegetal	Familia	Nombre científico	$(N^{\circ}) \cdot (1000m^2)^{-1}$
1	Nudillo	Herbácea	Poaceae	<i>Leptochloa filiformis</i> Lam.	10000
2	Helechos	Herbácea	Blechnaceae	<i>Blechnum occidentale</i> L.	5530
3	Verbena	Herbácea	Verbenaceae	<i>Verbena officinalis</i> L.	585

Elaboración propia

En el perfil 5 “Cruce Montero - Ayabaca” de la zona de vida bh - M, las especies arbóreas predominantes son: eucalipto, tululuche y laurel con 230, 140 y 105 individuosx1000m² respectivamente; entre otras especies tenemos: pajul, pincullo o sangre de toro, flor de quinde y chivato o añasquero con 33, 20, 15 y 10 individuos respectivamente. Respecto a las especies arbustivas del referido perfil, encontramos zuro-suro, chilca, zarzamora, sauco y hoja blanca con 5000, 2000, 300, 60 y 40 individuosx1000m² respectivamente. Y en herbáceas se contabilizó nudillo, helechos y verbena, con 10,000, 5530 y 585 individuos.

En la entrevista a los agricultores de la microcuenca Los Molinos, sobre **las plagas y enfermedades comparadas con años anteriores**, el 92.3 % de los agricultores de la zona de vida bh-MB y el 100 % de agricultores de los estratos bs - MB y bh - M, que **“se han incrementado”** tal como se aprecia en el Cuadro 4.27. Estas respuestas nos muestran claramente que los agricultores locales perciben que sus cosechas han disminuido, año tras año, como efecto de la aparición e incremento poblacional de nuevas plagas, tales como: “cogollero”, “trips”, “barrenadores de tallos” y muchas orugas que se deben estudiar; y entre las enfermedades prevalece la “ranchara” (*Phytophthora infestans*) ocasionada por las cuales se han fortalecido como producto del cambio climático, alterándose sus ciclos vitales, por ejemplo la aparición de insectos que pasan por los diferentes estadios larvarios más rápidamente en respuesta al calentamiento se ha adelantado 11 días en ciertos ecosistemas del mundo (Stefanescu et al., 2004); incluso en la zona de estudio se percibe que ciertas plagas han migrado de un estrato de vida a otro tal es el caso del “arrebatiado” (*Dysdercus peruvianus*) el cual se observaba hace algunos años sólo en la parte baja de la cuenca y en la actualidad se le encuentra en árboles y arbustos hospederos del

estrato bh - m inclusive a los 3000 msnm en el cerro El Campanario (comunicación personal Dr. M Calero).

Dentro de las enfermedades, los lugareños refieren que el ataque del hielo, rancha o chamuscado es cada día más letal en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*), llegando a diezmar el 50 % de dicho cultivo.

Cuadro 4.27

Entrevista a los agricultores.

Pregunta: Comportamiento de las plagas y enfermedades comparado con años anteriores:

Alternativa	Microcuenca Los Molinos, Montero-Ayabaca					
	Bosque Húmedo Montano Bajo		Bosque Seco Montano Bajo		Bosque Húmedo Montano	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Ha incrementado	12	92.3	11	100.0	6	100.0
Se mantiene igual	1	7.7	0	0.0	0	0.0
Ha disminuido	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Total	13	100.0	11	100.0	6	100.0

Elaboración propia

Y respecto a la pregunta: ***Cuándo tala un árbol, ¿siembra otro?***, la respuesta de los agricultores en la zona de vida bh - MB, entre **sí** y a **veces** suma 76.9 %; en el estrato bs - MB entre **sí** y a **veces** suma 45.5 % y la respuesta negativa es 54.5 %; mientras que en el estrato bh-M la respuesta negativa es 66.7 %. Ver Cuadro 4.28, constituyendo un peligro inminente de erosión en la parte altoandina de la microcuenca Los Molinos.

Cuadro 4.28**Entrevista a los agricultores.****Pregunta: *Cuándo tala un árbol ¿siembra otro?***

Microcuenca Los Molinos, Montero-Ayabaca						
Alternativa	Bosque Húmedo		Bosque Seco		Bosque Húmedo	
	Montano Bajo		Montano Bajo		Montano	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Sí	4	30.8	2	18.2	2	33.3
No	3	23.1	6	54.5	4	66.7
A veces	6	46.1	3	27.3	0	0.0
Total	13	100.0	11	100.0	6	100.0

Elaboración propia

Asimismo, en la entrevista a los agricultores, a la pregunta, **¿Qué fuente de energía utiliza para preparar sus alimentos?**, la respuestas sistematizadas en el Cuadro 4.29 indican que los agricultores del estrato bh - MB utiliza leña (100 %) y su respuesta alternativa es el uso de gas (31.6 %); en la zona vida bs - MB, respondieron que utilizan leña (100 %) y gas 26.7 %; mientras que en estrato bh - M la respuesta alternativa por el gas es 25 % y leña al 100 %.

Cuadro 4.29**Entrevista a los agricultores.****Pregunta: *¿Qué fuente de energía utiliza para preparar sus alimentos?***

Microcuenca Los Molinos, Montero-Ayabaca						
Respuesta (Múltiple)	Bosque Húmedo		Bosque Seco		Bosque Húmedo	
	Montano Bajo		Montano Bajo		Montano	
	Respuestas	Porcentaje	Respuestas	Porcentaje	Respuestas	Porcentaje
Leña	13	100.0	11	100.0	6	100.0
Kerosene	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Gas	6	31.6	4	26.7	2	25.0

Elaboración propia

Respecto a las respuestas consignadas en los Cuadros 4.28 y 4.29, se colige, que los agricultores de la zona de vida bs - MB (estrato bajo), manifiestan tener mejor conocimiento en cuanto al cuidado del medio ambiente debido a su mejor capacitación. Se nota claramente que el porcentaje de respuestas sobre la reposición de árboles en el bosque, guarda relación directa con la fuente de energía utilizada para preparar sus alimentos, que si bien es cierto el 100 % de ellos emplean leña, sin embargo, en el estrato bajo usan como fuente alternativa el gas en un 31.6 %.

También se cuenta con la opinión de expertos (técnicos), quienes respondieron a la pregunta: **¿Cómo cree que influye la temperatura como parámetro meteorológico del cambio climático, sobre la población por especies vegetales?** Las respuestas se encuentran sistematizadas en el Cuadro 4.30.

Cuadro 4.30

Entrevista a expertos.

Pregunta: ¿Cómo cree que influye la temperatura en la población por especies vegetales?

Componente:	Respuestas sistematizadas
Población por especies vegetales	<ul style="list-style-type: none"> • Cada población y especie está adaptada y tienen preferencias por un clima determinado, especialmente por la temperatura. • La temperatura provoca cambios en la fenología de los cultivos; elevadas temperaturas aceleran su ciclo vegetativo. Altera las poblaciones vegetales, aumentando o disminuyendo el número de especies o desapareciéndolas. • Provoca variación del hábitat natural de las especies vegetales, influyendo en la adaptación lo que causa desplazamiento a otros pisos altitudinales. Cambios bruscos de temperatura ocasionan la muerte de especies.

Elaboración propia

En cuanto a la pregunta: **¿De qué manera influye la precipitación pluvial como factor meteorológico del cambio climático, sobre la población por especies vegetales?**, las respuestas se han resumido en el Cuadro 4.31.

Cuadro 4.31

Entrevista a expertos.

Pregunta: ¿De qué manera influye la precipitación pluvial como factor meteorológico del cambio climático, sobre la población por especies vegetales?

Componente:	Respuestas sistematizadas
Población Por especies vegetales	<ul style="list-style-type: none"> La precipitación pluvial propicia humedad que es importante en la población de una especie o biotipo, por lo tanto existe relación directa entre la precipitación pluvial y la cantidad de vegetales; acelera el periodo vegetativo. Empantana los suelos. A mayor precipitación pluvial habrá mayor biodiversidad y en sequía se producirá pérdida y disminución de especies vegetales.
Elaboración propia	

Las condiciones meteorológicas influenciadas por la temperatura y precipitación, provocan variación del hábitat natural de las especies vegetales, influyendo en la adaptación, causando desplazamiento a otros pisos altitudinales (opinión de expertos, ver cuadros 30 y 31).

De acuerdo a Arellano, J. y De Las Rivas, J. (2006), concluyen que el desarrollo y la distribución territorial de numerosas especies vegetales, se ven afectadas por el cambio climático derivado de factores antropogénicos, incremento de CO₂ atmosférico así como de la temperatura y variaciones en los perfiles de las precipitaciones atmosféricas, entre otros, y que las plantas responden al estrés, mediante mecanismos de fotoprotección fisiológica y molecular, cambio climático indiscutible en el área de estudio.

4.3. INFLUENCIA DE LOS PARÁMETROS METEOROLÓGICOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DE LOS SUELOS EN LA MICROCUENCA LOS MOLINOS, MONTERO – AYABACA.

Del análisis de los atributos morfológicos, físicos, químicos y taxonómicos de los suelos de los tres estratos ecológicos (bh - MB, bh - BS y bh - M) estudiados en la microcuenca Los Molinos - Ayabaca se colige:

4.3.1 Morfología de Suelos de la Microcuenca los Molinos, Montero – Ayabaca.

La descripción morfológica de los cinco perfiles modales estudiados de la microcuenca Los Molinos, Montero - Ayabaca, muestran claramente la variación de los atributos morfológicos en función de la profundidad, debido al material parental autóctono “andesita” y la influencia de los procesos de formación de los suelos tales, como: pardeamiento, melanización, rubefacción, infiltración, bioturbación, entre otros. Las principales tendencias evolutivas en los horizontes de diagnóstico son el resultado de la formación in situ del suelo, (Buol et al., 1,997), influenciadas por precipitación, temperatura, horas de sol y actividades biológicas.

En cuanto al color (Munsell Soil Color Chart, 1994) dominante es el pardo en todos los horizontes suprayacentes (A), exhibiendo el color 7,5YR con 47,62 % de los suelos estudiados, si bien es cierto que el color pardo se mantiene en función de la profundidad en el B o parte del mismo, también es notorio observar que el color rojo amarillento, rosa o amarillento se incrementa con la profundidad de los perfiles para los matices 7.5YR, 5YR, 2.5YR de coloraciones amarillo–

rojiza, evidenciando condiciones de óxido - reducción del fierro y guarda relación con la altitud, es decir, a mayor altitud mayor enrojecimiento de los suelos y a menor altitud mayor pardeamiento corroborado por los investigadores Calero (1,987) y Liviapoma (2,016).

Las condiciones favorables del área estudiada generan interacciones entre el ecosistema dominante; en las condiciones de seco, las hormigas, tienen mayor actividad, en tanto en la estación lluviosa predominan las lombrices, escarabajos, cien pies, mil pies, entre otros, conservando la fertilidad natural de los suelos, favoreciendo la formación de agregados y aumento de la porosidad, resultados corroborados por Calero (1,999) quien menciona que en el norte del Perú la actividad de la fauna es dominada por Anélidos, Insectos, Ortópteros, Oligópteros, Enquitreidos (Familia Enchitridae), Hymenópteros (Familia Halictidae) originando más 80 Kg.ha⁻¹ de biomasa/año, los cuales se encuentran en los horizontes superficiales y los Bt de los Alfisoles estudiados. También se evidencia buena actividad biótica en el primer horizonte de diagnóstico de cada uno de los perfiles modales, que coadyuvan a la génesis del suelo, generando buenas condiciones físicas para el desarrollo del proceso productivo agrícola Liviapoma (2,016), el mismo que está directamente influenciado por el efecto del cambio climático, evidente de la zona.

4.3.2 Atributos Físicos de los Suelos de la Microcuenca Los Molinos, Montero - Ayabaca.

Cuadro 4.32

Atributos físicos, Estrato Bosque Húmedo–Montano Bajo (bh–MB). Perfil “El Lanche”. Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca.

Perfil	Horiz.	Prof. Cm	Clase text.	Análisis Mecánico			Da	Dr	Porosi.	Hum.	Color		Estructura	Consistencia	
				Arena	Limo	Arcilla					Seco	Húmedo		Húmedo	Seco
				%											
El Lanche	Ap	0 - 35	Fr. A	76	16	8	1.67	2.58	35.27	8.46	Pardo (7,5YR 5/2)	Pardo muy oscuro (7,5YR 3/1)	Clumbosa a migajosa, se desmorona en pseudo angular gruesa.	Firme	Muy dura
	Bt	35 – 70	Fr.	44	36	20	1.68	2.68	37.31	6.16	Amarille nto (10YR 7/6)	Amarillento rojizo (7,5YR 6/8)	Sub angular gruesa que se desmorona en angular media.	Friable	Extremada - mente dura
	BC	70 – 185	Fr.	50	34	16	1.69	2.71	37.64	5.26	Rosa (7,5YR 8/4)	Castaño oscuro (7,5YR 5/6)	50% prismática que se desmorona en bloques sub angulares gruesos.	Friable	Dura

Cuadro 4.33

Atributos físicos, Estrato Bosque Seco–Montano Bajo (bs–MB). Perfiles “Los Molinos Bajo” y “Los Molinos Alto 1”. Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca.

Perfil	Horiz.	Prof. cm	Clase text.	Análisis Mecánico			Da	Dr	Porosi.	Hum.	Color		Estructura	Consistencia	
				Arena	Limo	Arcilla								Húmedo	Seco
				%	%	%					g/cc	%		%	Húmedo
Los Molinos Bajo	A1	0–30	Fr. A	60	24	16	1.60	2.49	35.74	11.11	Pardo (7,5YR 5/4)	Pardo muy oscuro (7,5YR 2,5/3)	Mijagosa	Friable	Dura
	Bt ₁	30-70	Fr.	48	28	24	1.62	2.67	39.33	12.36	Pardo oscuro (7,5YR 5/8)	Pardo muy oscuro (7,5YR 4/6)	Prismática grande	Firme	Dura
	BC	70-187	Fr. A	56	26	18	1.66	2.68	38.06	15.21	amarillento (10YR 7/6)	Pardo oscuro (7,5YR 5/8)	Prismática grande	Firme	Muy dura
	CR	187-230	Fr. A	54	30	16	1.67	2.69	37.92	13.64	Amarillento rojizo (7,5YR 7/8)	Pardo oscuro (7,5YR 5/8)	Prismática grande	Firme	Muy dura
Los Molinos Alto 1	Ah	0-35	Fr. A	72	16	12	1.70	2.49	31.73	14.94	Pardo (7,5YR 4/3)	Pardo muy oscuro (7,5YR 2,5/2)	Migajosa	Friable	Dura
	Bt ₁	35-70	Fr. Ar. A.	48	26	26	1.71	2.76	38.04	13.12	Rosa (7,5YR 8/4)	Rojo amarillento (5YR 4/6)	Prismático media	Firme	Muy dura
	Bt ₂	70- 20	Fr. Ar.	30	42	28	1.73	2.73	36.63	13.90	Amarillento rojizo (5YR 6/8)	Rojizo (2,5YR 4/8)	Prismática media	Firme	Muy dura
	BC	120-202	Fr. L.	30	50	20	1.74	2.74	36.50	10.62	Rojo claro (2,5YR 6/8)	Rojizo (2,5YR 4/8)	Prismática media	Firme	Muy dura
	CR	202-221	Fr.	42	42	16	1.76	2.71	35.06	10.38	Rojo claro (2,5YR 7/6)	Rojizo (2,4YR 4/8)	Prismática media	Firme	Dura

Cuadro 4.34

Atributos físicos, Bosque Húmedo – Montano (bh-M). Perfiles “Los Molinos Alto 2” y “Cruce Montero Ayabaca”. Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca.

Perfil	Horiz.	Prof. cm	Clase text.	Análisis Mecánico			Da	Dr	Porosi.	Hum.	Color		Estructura	Consistencia	
				Arena	Limo	Arcilla									
				%	%	%								Húmedo	Seco
Los Molinos Alto 2	Ap	0 - 30	Fr. A.	68	20	12	1.45	2.47	41.30	7.99	Pardo (7,5YR 5/4)	Pardo oscuro (7,5YR 3/3)	Granular gruesa (60%), granular media (40%)	Firme	Muy dura
	Bt ₁	30 - 75	Ar.	24	30	46	1.50	2.77	45.85	9.65	Rosa (5YR 7/4)	Pardo rojizo (5YR 5/4)	Prismática gruesa, se desmorona en prismática media.	Muy firme	Extremadam. dura
	Bt ₂	75 - 110	Ar.	8	30	62	1.51	2.79	45.88	9.17	Pardo claro (10YR 8/4)	Rosa (7YR 7/4)	Prismática media	Muy firme	Extremadam. dura
	BC	110 - 220	Ar.	10	34	56	1.54	2.75	44.00	10.13	Pardo muy claro (5YR 4/6)	Amarillento (10YR 7/6)	Se desmorona en bloques sub angulares	Muy firme	Extremadam. dura
	Rr	220 - 260	Fr.	32	46	22	1.56	2.71	42.44	11.36	Rosa (5YR 8/4)	Rojo amarillento (5YR 5/6)	Pseudo estructura de bloques sub angulares medios guardan estruct., de roca andesita.	Firme	Extremadam. dura
Cruce Montero - Ayabaca	A1	0 - 30	Fr. A.	66	20	14	1.56	2.54	38.58	13.90	Pardo oscuro (7,5YR 3/4)	Negro (7,5YR 2,5/1)	Gruesa	Muy friable	Muy dura
	Bt ₁	30 - 80	Ar.	42	12	46	1.61	2.75	41.45	12.11	Amarillo (10YR 7/8)	Pardo amarillo rojizo (10YR 6/8)	Gruesa desmorona bloques sub angulares gruesos	Muy friable	Extremadam. dura
	Bt ₂	80 - 115	Ar.	30	16	54	1.57	2.77	43.32	15.47	Amarillo rojizo (7,5YR 6/8)	Amarillo rojizo (7,5YR 6/8)	Prismática gruesa	Friable	Dura
	BC	115 - 225	Fr. Ar.	32	30	38	1.65	2.79	40.86	14.42	Rojo claro (2,5YR 6/8)	Rojo (2,5YR 4/8)	Prismática que se desmorona en bloques sub angulares medios a gruesos.	Firme	Extremadam. dura

Textura del suelo (% A, % L, % Ar).- Los análisis de la clase textural de cada uno de los horizontes en los perfiles (Cuadros 4.32, 4.33 y 4.34), muestran que el mayor porcentaje de arena es de 76 % en el horizonte Ap (Perfil 1); mientras que en el horizonte Bt₂ del perfil 4 encontramos el menor porcentaje de arena con un valor de 8 %; así mismo el mayor porcentaje de limo se encuentra en el horizonte BC del perfil 3 con un valor de 50 %, y un mínimo de 12 % en el Bt₁ del perfil 5; por último el porcentaje mayor de arcilla es de 62 % en el Bt₂ del perfil 4, en tanto que el horizonte Ap de perfil 1 tiene el menor contenido de arcilla con un valor de 8 %.

Al estudiar todos los porcentajes de partículas entre los perfiles, éstas mantienen la misma tendencia propia de los suelos arcillosos y francos (Perfiles 1 al 5); no obstante el tipo de partícula dominante entre los perfiles modales es la arena, seguido del limo y después la arcilla; a pesar de que teóricamente los suelos en general de la sierra, son de texturas finas como se evidencia en los resultados de los perfiles 4 y 5, en este estudio se ha encontrado un 76,19 % de suelos francos, seguido del 23,80 % restantes que son de textura arcillosa que corresponden a los perfiles estudiados de la Microcuenca (Gráfico 4.5). Los resultados son corroborados por estudios realizados en la catena Marmas Bajo, toposecuencia Montero - Puente San Martín y Naranjo de Chonta, donde los suelos son de clase textural arcillosa a franco arenosa (Huiman, 2003; Liviapoma, 2016; Torres, 2004). Todos los perfiles, por sus características texturales, de estos suelos son considerados moderadamente óptimos y adecuados para la mayoría de cultivos, tales como café, caña de azúcar, banano, papa, camote, árboles frutales, árboles forestales y plantas medicinales de acuerdo a cada piso ecológico y al grado de

adaptación de las plantas por efecto del cambio del clima que es evidente en la microcuenca Los Molinos - Ayabaca.

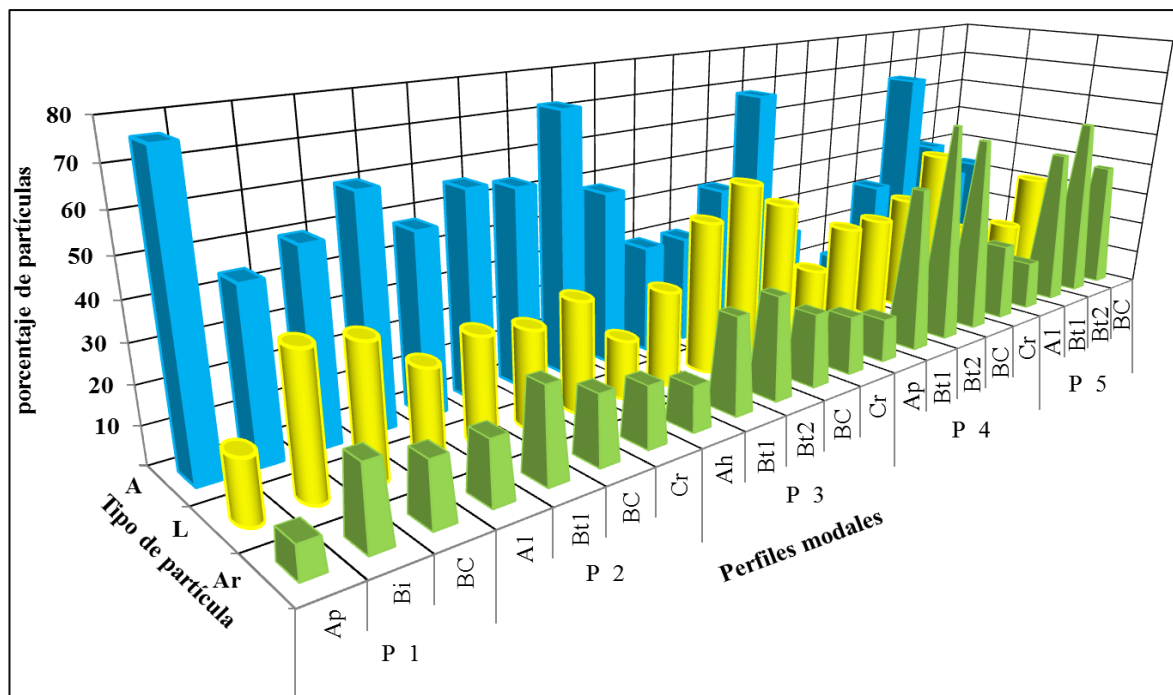


Gráfico 4.5. Distribución del tipo de partícula en los perfiles modales de la microcuenca Los Molinos, Montero-Ayabaca.

Densidad aparente (D_a).- Los valores de la densidad aparente (Gráfico 4.6), es relativamente constante en función de la profundidad, cuyo valor en promedio es de 1.7 g.cm^{-3} en el perfil 1 y presenta variaciones de 0.1 en los perfiles 2, 3, 4 y 5, guarda estrecha relación con la textura de los suelos francos, atributo físico favorable a la penetración de las raíces. No obstante la variación más notoria se sitúa en entre los perfiles 3 y 4 cuyos valores fluctúan desde 1.76 g.cm^{-3} a 1.45 g.cm^{-3} respectivamente, lo cual indica que a pesar de ser suelos de texturas finas, estos presentan valores muy altos comparados con los suelos promedio, sin duda estos valores se deben a la evidente disminución de la porosidad y probablemente por la presencia de concreciones

ferro-magnesianas propia de la roca meteorizada andesita; además el primer horizonte de todos los perfiles presenta menor densidad con respecto a los demás horizontes subsuperficiales, pero los valores altos en la mayoría de los casos estudiados es evidente en este estudio. Cuadros 4.32, 4.33 y 4.34.

Trabajos realizados por (Huiman 2003, Torres 2004, Castillo 2015 y Liviapoma 2016), confirman los resultados obtenidos en esta investigación, cuyas densidades varían de 1.34 g.cm^{-3} hasta 2.12 g.cm^{-3} , debido a la evidente compactación de los horizontes, originado por la disminución de la porosidad como consecuencia del sobrepastoreo en estos predios y al proceso de argiluvación que se sucede en los perfiles modales de la mayoría de estos suelos tropicales de Montero.

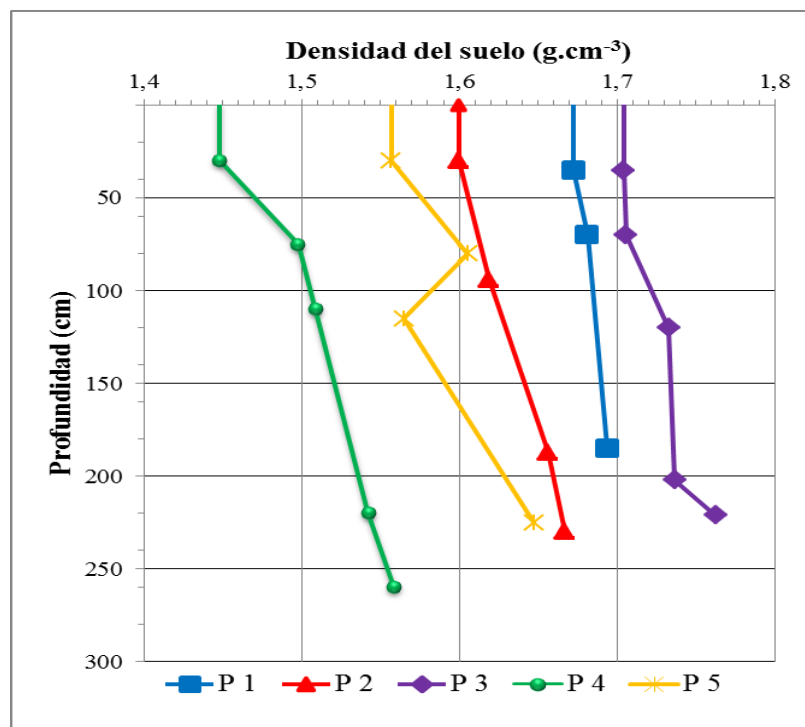


Gráfico 4.6. Densidad Aparente vs profundidad

Densidad real o de partículas (Dr).- De acuerdo al gráfico 4.7, se observa que los valores se incrementan respecto a la profundidad, la densidad real promedio, varió en virtud del contenido de los minerales presentes en las partículas del suelo, con valores que oscilan desde 2.47 g.cm^{-3} en el Ap del perfil 4, hasta y 2.79 g.cm^{-3} en el Bt₂ del mismo perfil, confirmando lo que cita (Zavaleta, 1,992), sin embargo en el primer horizonte de los cuatro perfiles estudiados presenta densidades menores que van de 2.47 g.cm^{-3} a 2.58 g.cm^{-3} (ver Cuadros 4.32, 4.33 y 4.34) debido fundamentalmente a la mineralogía de los suelos volcánicos, originados por lavas volcánicas andesíticas porfiríticas (Regolitos extrusivos), formadas hace 60 millones de años, en el Cretáceo Medio - Inferior, en presencia de gases incandescentes, produciéndose un burbujeo intenso del magma, originando minerales primarios livianos con densidades menores que el cuarzo (Calero 1,987), los valores altos posiblemente están influídos por minerales de Fe^{+3} y concreciones ferromanganesianas, en todos los horizontes subsuperficiales de los cinco perfiles, registrándose el incremento más alto en el tercer horizonte del perfil 4, con un valor de 2.79 g.cm^{-3} , lo cual confirma que a mayor profundidad es posible encontrar minerales del suelo más pesados como es el caso del fierro derivado de la roca madre andesita, esta evidencia contrasta con los estudios realizados de densidad real en la toposecuencia Montero - Puente San Martín en la Comunidad de Marmas Bajo por (Liviapoma 2016).

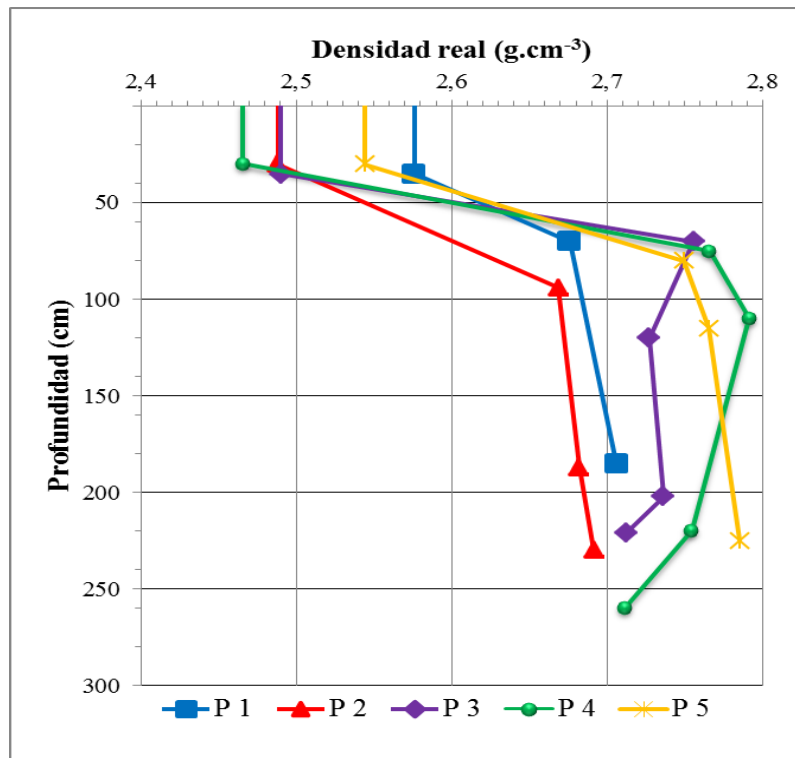


Gráfico 4.7. Densidad real vs profundidad

Porcentaje de porosidad (% P).- Se incrementa ligeramente en los horizontes inferiores (BC), manteniendo un valor promedio de 36.6 % en el perfil 1. En los perfiles 2 y 3 ubicados en el bs - MB (estrato medio de la microcuenca) la porosidad es menor en los horizontes superficiales A, registrando valores entre 31.7 a 35.7 % y en los horizontes más profundos B y C presenta valores hasta de 39.3 %, porcentajes que son calificados como bajos de acuerdo a Kaurichev (1,994) citado por Jaramillo (2,002), interpretándose como suelos que tienen una mala capacidad de aireación, por lo que la condición estructural se ve afectada en gran medida por la capacidad de compactación de los suelos; Liviapoma (2,016). Respecto a los perfiles 4 y 5 en el bh-M, fluctúa desde 38.58 % hasta 45.88 %, calificándose como valores bajos, ver Cuadros 4.32, 4.33 y 4.34; esta situación se traduce en una poca capacidad de aireación, a pesar que teóricamente los suelos con texturas

arcillosas tienen mayor cantidad de microporosidad, por consiguiente la condición estructural se ve afectada en gran medida por la compactación que muestran los análisis de densidad de los suelos de la microcuenca Los Molinos - Ayabaca, tal como lo menciona Castillo (2,015) y Liviapoma (2,016). Obsérvese Gráfico 4.8.

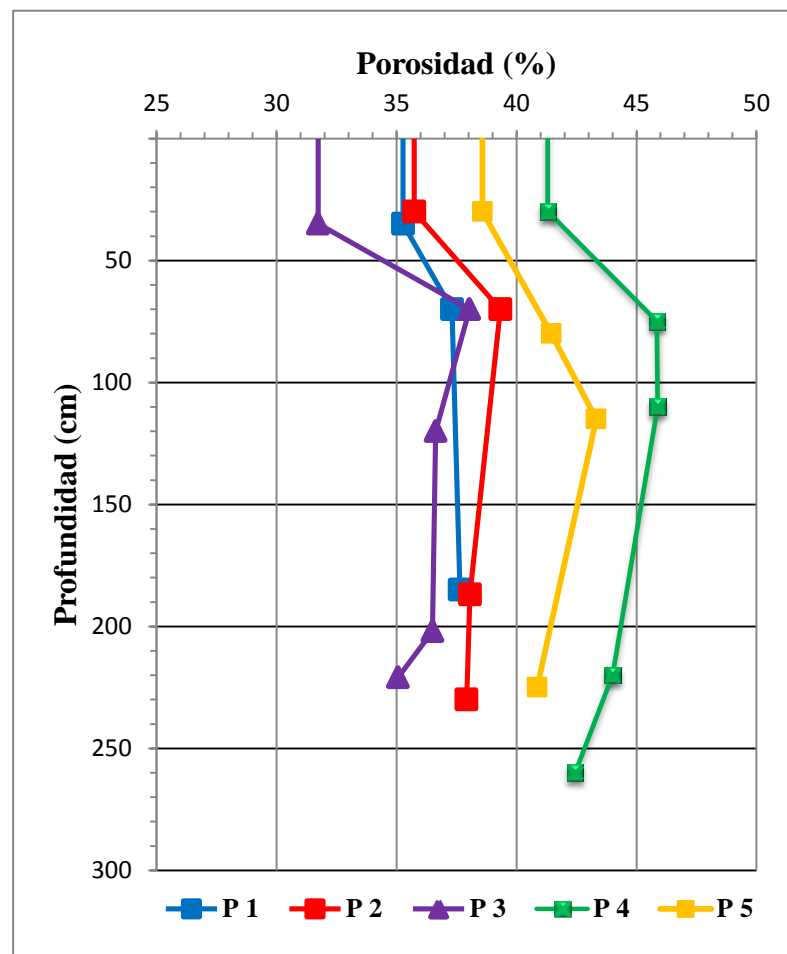


Gráfico 4.8. Porosidad vs profundidad

Porcentaje de humedad (% H).- El perfil “El Lanche” (P1) muestra valores bajos de humedad gravimétrica que disminuyen en función de la profundidad, desde 8.5 % en el A a 5.3 % en el BC. Es menester aclarar que el horizonte A retiene mayor cantidad de agua debido posiblemente a los valores

altos de materia orgánica con 9.5 % comparado con los horizontes infrayacentes. En los perfiles 2 y 3 del estrato medio, los valores del porcentaje de humedad fluctúan entre 10.38 y 14.94 %, guardando relación con el porcentaje de porosidad total, el cual varía con la estación lluviosa, en este caso el muestreo de campo se realizó en época de sequía, en la cual los terrones pierden el agua fácilmente, mientras que en los perfiles 4 y 5 del estrato alto, se aprecia que los valores del porcentaje de humedad en ambos perfiles son bajos, y en la mayoría de los horizontes aumentan conforme se profundiza el mismo, presentando los horizontes superficiales Ap y A1 valores de 7.99 a 13.90 % respectivamente, guardando relación con la tendencia de la porosidad. Ver Cuadros 4.32, 4.33 y 4.34; gráfico 4.8.

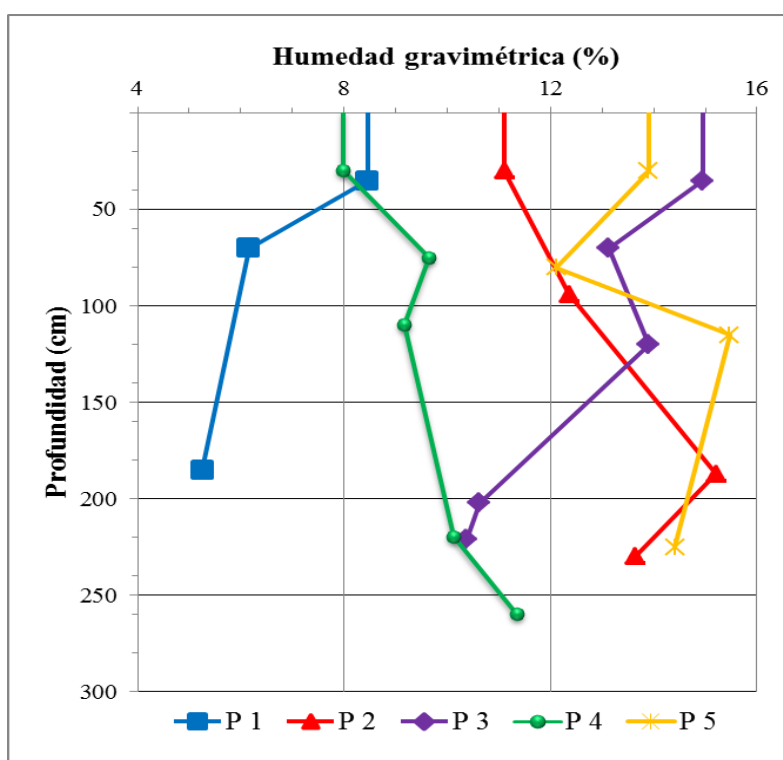


Gráfico 4.9. Porcentaje de humedad vs profundidad

4.3.3 Atributos Químicos de los Suelos de la Microcuenca Los Molinos, Montero - Ayabaca.

Reacción del suelo de los perfiles estudiados (pH) y Aluminio cambiable ($Al^{+3}+H^{+}$).- En forma general los suelos presentan un pH fuertemente ácido, con ligeras variaciones disminuyendo en forma decimal del perfil 1 “El Lanche” con 5.4 hasta el perfil 2, con 4.3 respectivamente, con excepción al perfil 5 con un valor de 4.9.

En cuanto al pH en profundidad, el perfil 1 se mantienen con un pH ligeramente superior a 5, mientras que los perfiles 2 y 3 sus variaciones son muy diminutas manteniéndose alrededor de 5. El perfil 4 es el más ácido con 4.3 en promedio, excepto el Rr que exhibe pH 4.7. Es necesario enfatizar que en el perfil 5 el pH aumenta en función de la profundidad variando de 4.6 en el A1 a 5.2 en el BC. Gráfico 4.9

De acuerdo a la Malavolta, E (1,980) en el caso de dedicar estas tierras para uso forestal se requiere en forma aproximada 0.5 tm de cal/Ha en el perfil 1; de 2.5 tm en el perfil 2; de 7.5 en el perfil 3 como en el perfil 4 y 3.5 tm en el perfil 5.

Asumiendo que en los cultivos de papa, olluco, oca, maíz, maní, trigo y cebada, los agricultores de esa región desearan optimizar su producción (previo ensayo de campo), y considerando la necesidad de encalar los primeros 73 cm (horizonte Bt) de los perfiles estudiados, se necesitarían: 0.5 tm de cal por ha., el perfil 2 requiere 3 tm de cal /ha, considerando un valor alto de $2.9 \text{ cmol}_{c} \cdot \text{Kg}^{-1}$ de aluminio cambiable en el Bt. El perfil 3 requiere de 3.8 tm de

cal /ha en los primeros 73 cm. El perfil 4 requiere 6.8 tm, mientras que el perfil 5 necesita 5.4 tm de cal /ha., para elevar el pH a un rango mayor, cercano a la neutralidad, a fin de mejorar la disponibilidad de los elementos nutritivos del suelo. Este análisis nos permite señalar que a mayor altitud mayor necesidad de cal debido a la lixiviación del perfil decurrente de la pluviosidad. Ver Cuadros 4.35, 4.36 y 4.37.

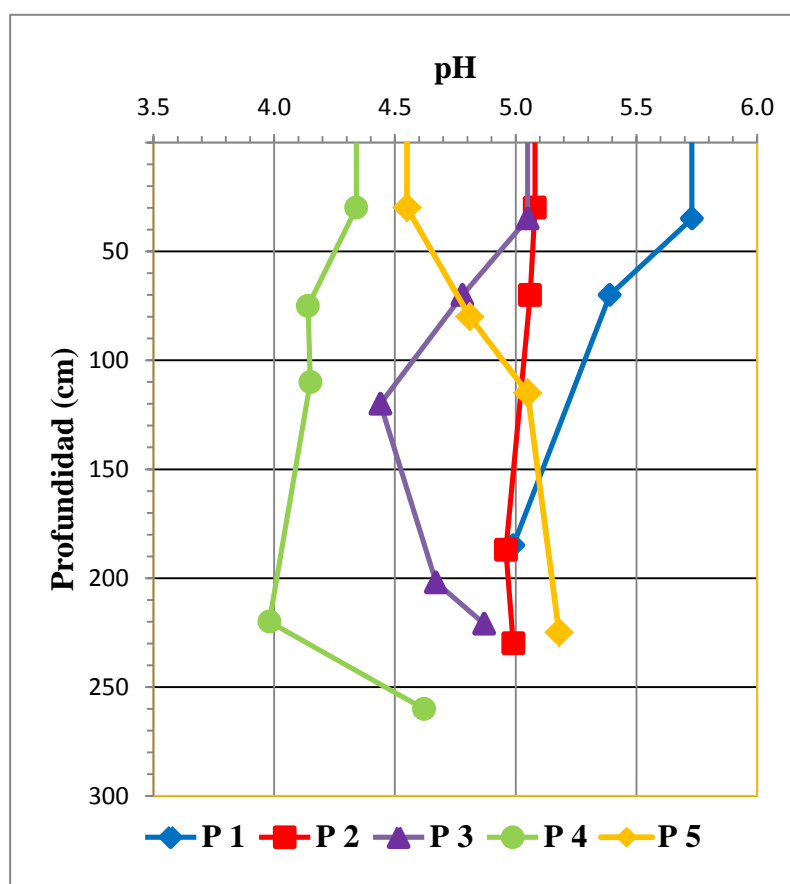


Gráfico 4.10. Valores de pH vs profundidad

Salinidad del suelo (C.E) y calcáreo total (CaCO_3).- Como es natural, los valores de salinidad en estos perfiles de sierra estudiados, son casi imperceptibles variando de 0.7 dS.m^{-1} a 0.0 en los horizontes infrayacentes, sin peligro de salinización y también no se ha detectado ningún valor de

carbonatos, considerando la roca parental: andesita porfírica. Ver Gráfico 4.10 y Cuadros 4.35, 4.36 y 4.37; estos datos coinciden con Remigio (1,998) y Calero (1,987).

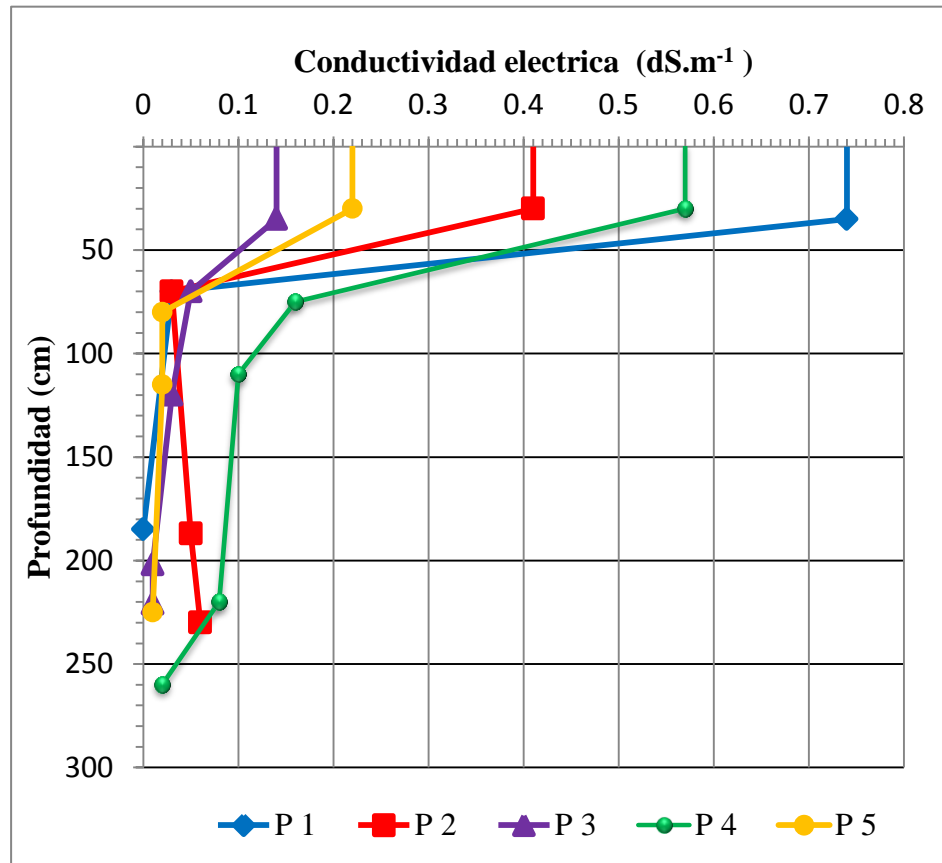


Gráfico 4.11. Valores de conductividad eléctrica vs profundidad

Materia orgánica (M.O).- Los horizontes A de los perfiles estudiados poseen valores altos de materia orgánica con 9 % en promedio, siendo el perfil 3 el que ostenta el mayor valor (13.1 %) y en los subhorizontes se aprecia menos de 1 % en los perfiles 1, 2 y 4, manteniendo también valores bajos menores de 4 % los perfiles 3 y 5 con 2.2 y 1.14 % respectivamente, tal como se puede apreciar en el Gráfico 4.11.

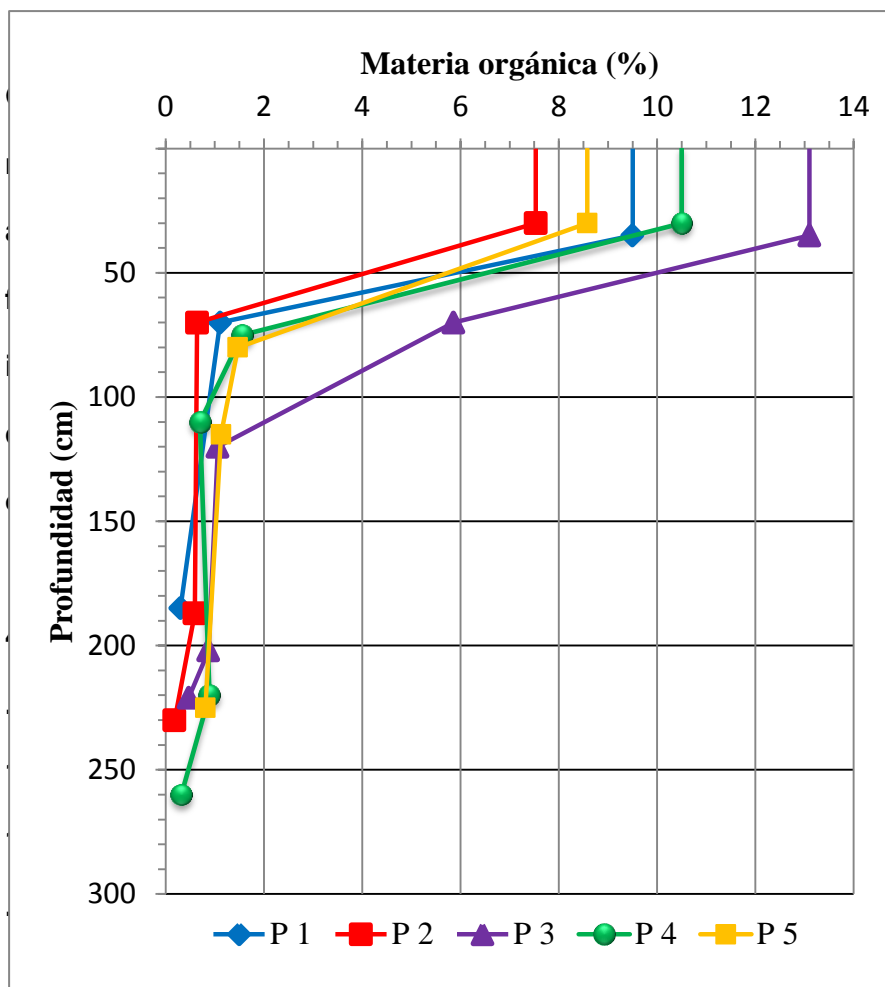


Gráfico 4.12. Materia orgánica vs profundidad

Carbón orgánico (C.O) y Nitrógeno total (Nt).- Considerando que la materia orgánica es una fuente de carbono, nitrógeno y azufre, se observa que tanto el carbono como el nitrógeno disminuyen ostensiblemente con la profundidad, ver gráficos 4.12, 4.13 y 4.14, variando de 4.3 % en el A hasta 0.14 en el BC en el caso de carbono; mientras que en forma similar ocurre con el nitrógeno cuyo valor cae de 0.48 % a 0.02 %. Cuadros 4.35, 4.36 y 4.37.

El carbono orgánico sigue la tendencia de la materia orgánica cuyo promedio general de los perfiles es de 1.5 %, lo cual sugiere la presencia de un horizonte Mollic.

En cuanto al **nitrógeno total (%)** se observa valores altos en el horizonte A en todos los perfiles, siendo que en la mayoría de los horizontes infrayacentes, este porcentaje disminuye hasta valores nulos como es el caso de los perfiles 2 y 3 cuyos tres últimos sub horizontes es 0.0 %. Gráfico 4.13.

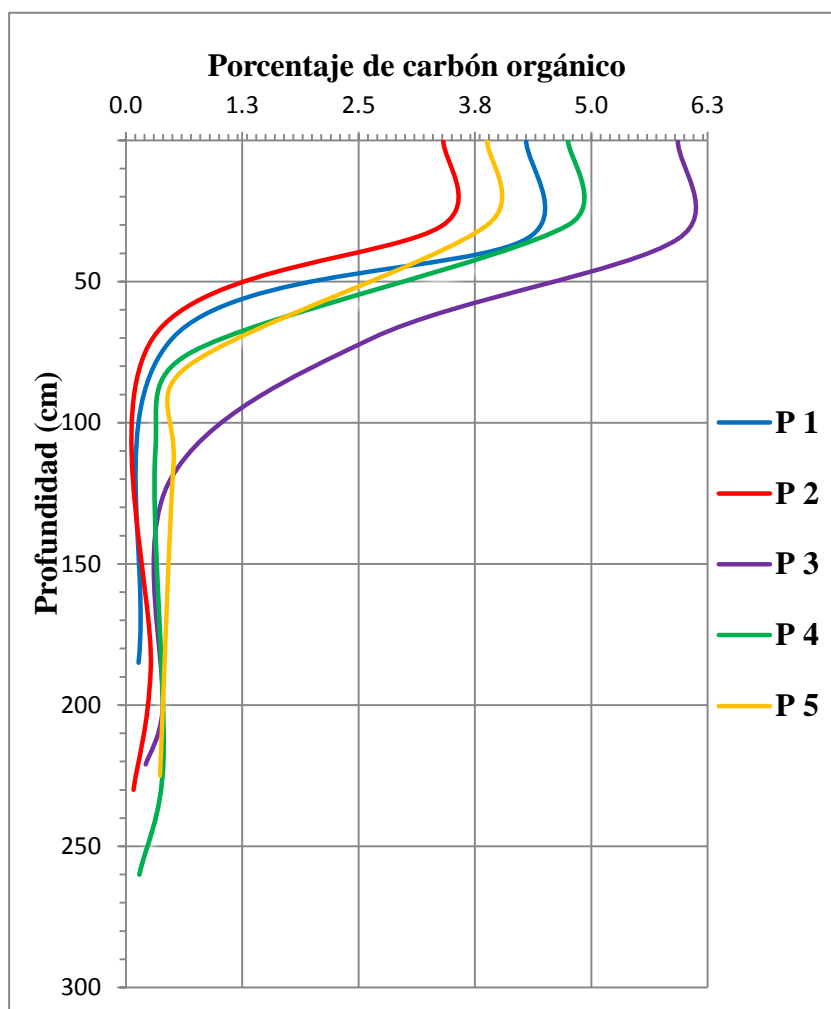


Gráfico 4.13. Carbón orgánico vs profundidad

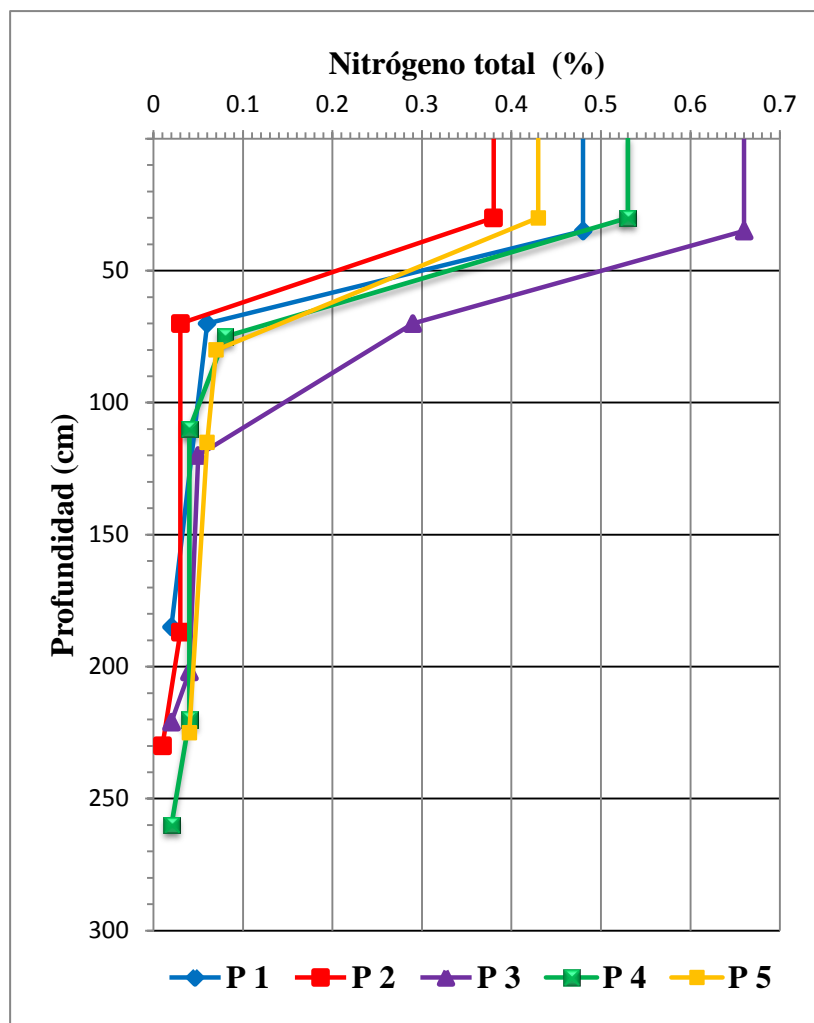


Gráfico 4.14. Nitrógeno total vs profundidad

Fósforo disponible (P).- Los perfiles presentan niveles bajos en fósforo, que disminuyen conforme se profundizan los suelos, de acuerdo al gráfico 4.14, en el perfil 1 decrece de 6.5 ppm en el A a 1.7 en el BC, en el perfil 2 de 5.2 en el A1 a 1.8 en el CR, en el perfil 3 de de 5.0 en el Ah a 0.9 en el CR, así como de 4.2 a 1 y 1.5 a 1.3 de los horizontes superficiales a los más profundos en los perfiles 4 y 5 respectivamente, es decir se ratifica como dependiente del contenido de materia orgánica cuyos valores son altos en los horizontes superficiales ver Cuadros 4.35, 4.36 y 4.37.

Como es natural en el caso de plantar frutales se requiere moderadas cantidades de fosfocompost u otro tipo de bio abonos, tales como guano de isla, guano de corral, etc.

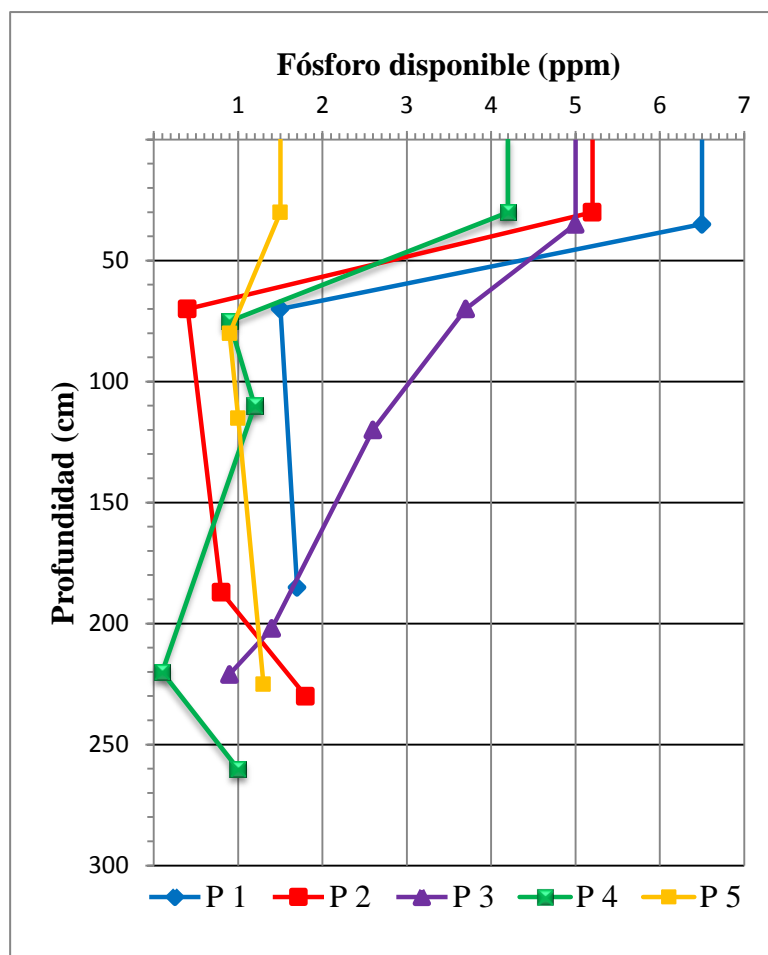


Gráfico 4.15. Fósforo disponible vs profundidad

Potasio disponible (K).- Todos los horizontes superficiales A poseen valores altos de potasio disponible, excepto el perfil 3 donde los valores son bajos en todo el perfil, ver gráfico 4.16.

En forma general este elemento disminuye bruscamente con la profundidad a valores bajos en todos los perfiles. Esto se debe posiblemente a

la presencia de los feldespatos potásicos derivados de rocas andesíticas. Cuadro 4.35, 4.36 y 4.37.

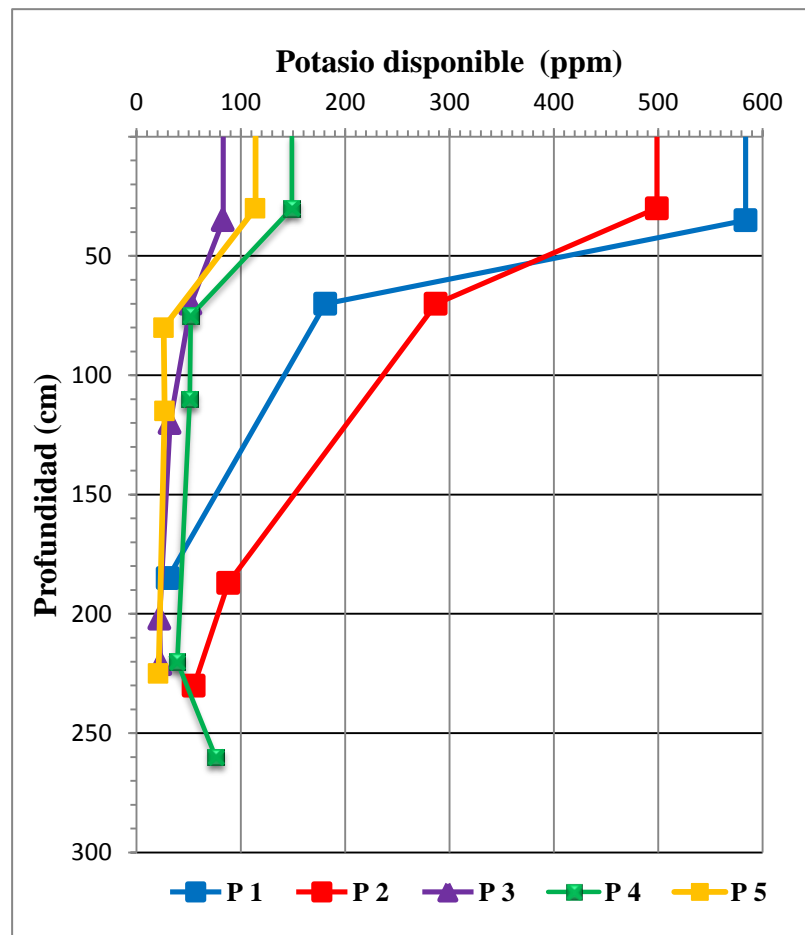


Gráfico 4.16. Potasio disponible vs profundidad

Capacidad de intercambio catiónico (CIC).- En cuanto a la CIC, los suelos de los perfiles 1, 2 y 3 que representan la parte baja de la microcuenca presentan valores altos (mayor de $14 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$), incluyendo los horizontes superficiales de los perfiles 4 y 5. Sin embargo, los sub horizontes de los últimos dos perfiles presentan valores medios a altos en los horizontes infrayacentes, ver gráfico 4.17. Es posible justificar estos indicadores de

fertilidad como dependientes del intemperismo de las rocas extrusivas de las cuales se originan. Cuadros 4.35. 4.36 y 4.37.

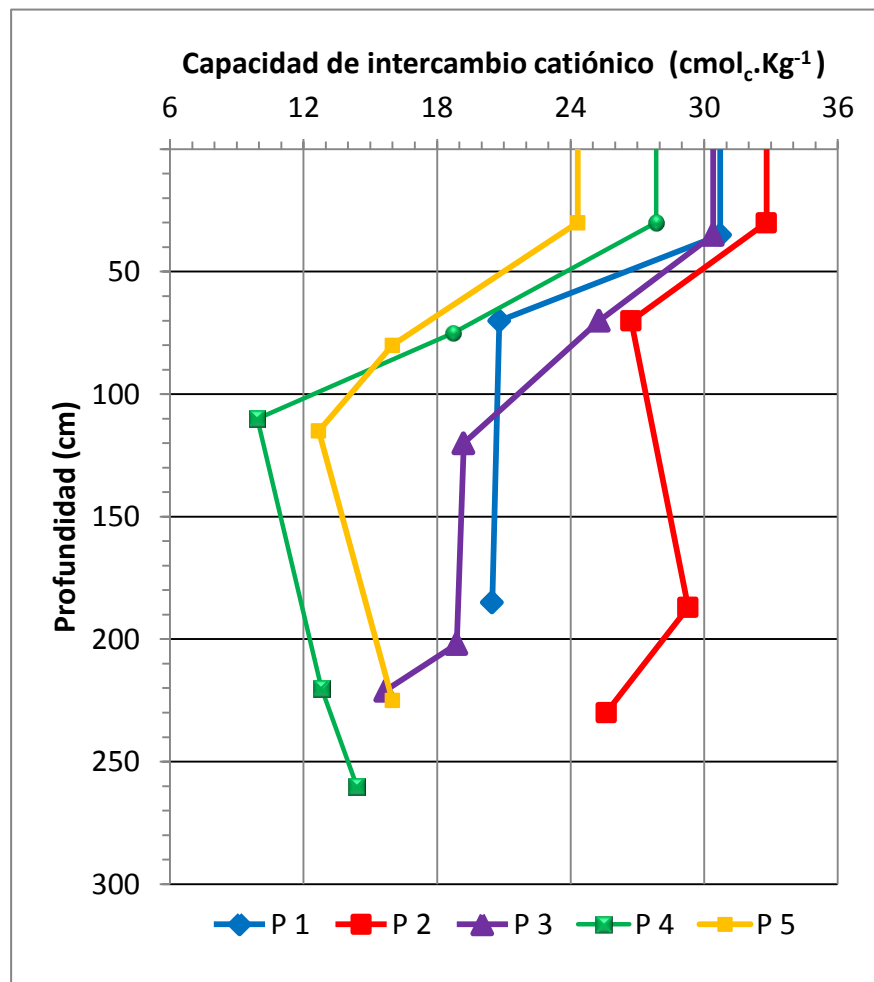


Gráfico 4.17. Valores de C.I.C vs profundidad

Bases cambiables (Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^+ y Na^+).- El orden de predominancia de las bases cambiables es de: $\text{Ca} > \text{Mg} > \text{K} > \text{Na}$ en los perfiles 1 y 4, incluyendo los horizontes superficiales del perfil 2 y 3 y el A1 del perfil 5, se exceptúa esta secuencia en el horizonte CR del perfil 2 ($\text{Mg} > \text{Ca} > \text{Na} > \text{K}$), similar al Bt_1 del 5. Los subhorizontes del perfil 3 y del 5 obedecen a la secuencia: $\text{Ca} > \text{Mg} > \text{Na} > \text{K}$. obsérvese, que el sodio (Na) puede originarse debido a la presencia del

mineral primario albita; tal como se puede apreciar en el Gráfico 4.18 y Cuadros 4.35. 4.36 y 4.37

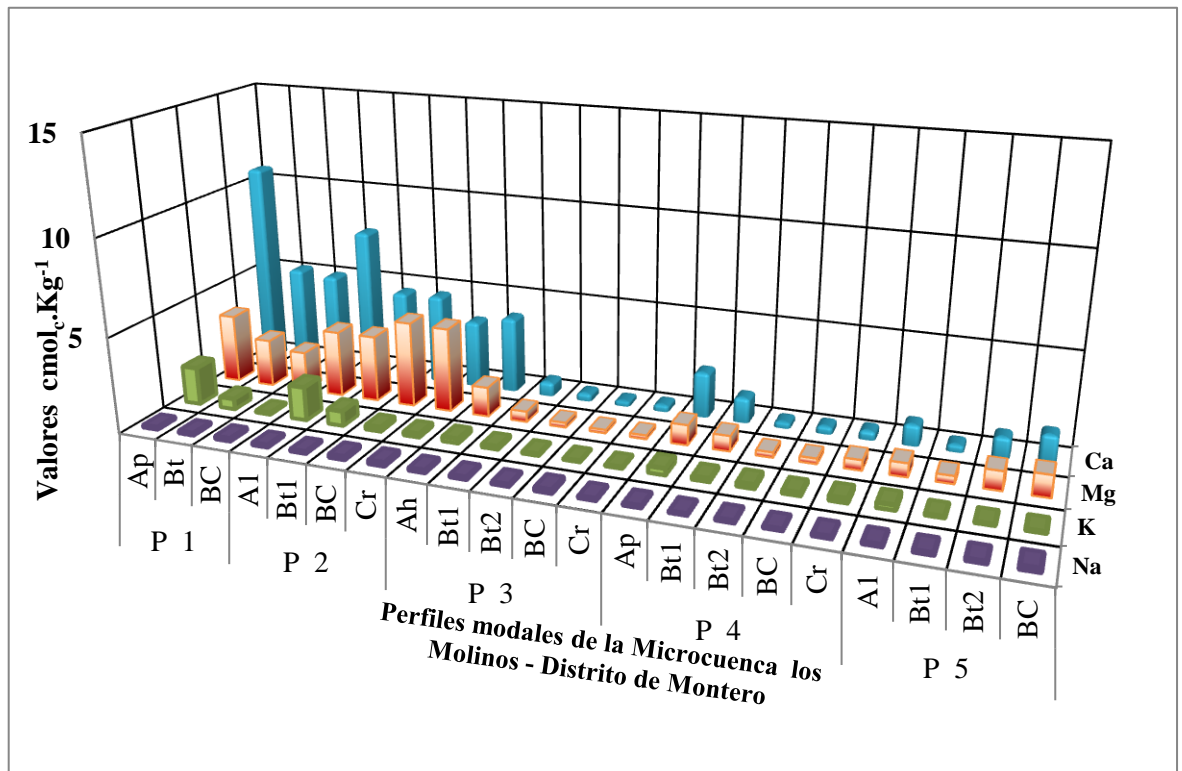


Gráfico 4.18. Distribución de las bases cambiables en los perfiles modales

Porcentaje de saturación de bases (%S.B o Valor V).- Todos los perfiles estudiados poseen porcentaje de saturación de bases (% S.B) bajo (menor de 50 %) a excepción del horizonte Ap del perfil 1 que es de 54 %, es decir es de carácter eutrófico, lo que implica que el 46 % de las bases cambiables han sido lavadas por las lluvias reinantes en el área. Los porcentajes bajos se consideran cuando son menores de 50 %, es decir son de carácter distrófico (Do Prado, H., 1995). De acuerdo a los Cuadros 4.35. 4.36 y 4.37; Gráfico 4.19, se deduce que a mayor altitud menor porcentaje de saturación de bases, como es natural esto se debe posiblemente a la mayor

intensidad de las lluvias cuyo descenso es como sigue: 44, 35, 8, 10 y 12 % del perfil 1 al perfil 5 respectivamente.

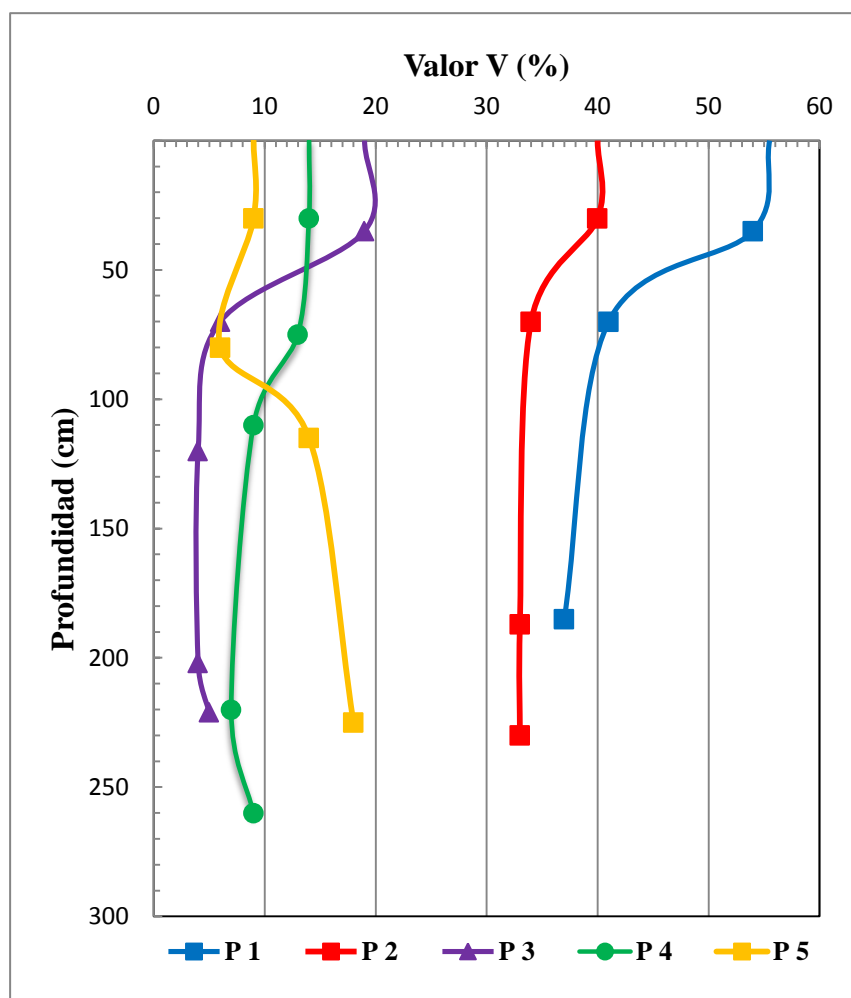


Gráfico 4.19. Porcentaje de saturación de bases vs profundidad

Cuadro 4.35

Atributos químicos, Bosque Húmedo – Montano Bajo (bh–MB). Microcuenca Los Molinos, Montero- Ayabaca

Perfil	Horiz.	Prof. Cm	pH (1:1)	C.E. (1:1) Ds.m ⁻¹	CaCO ₃	M.O	C.O	Nt	P	K	CIC*	Cationes Cambiables					Suma de cationes	Suma de bases	% Satur. de bases.	Relaciones catiónicas		
												Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺				Ca/Mg	Ca/K	Mg/K
					%				ppm			Cmol _c .Kg ⁻¹										
Lanche	Ap	0 – 35	5.73	0.74	0.00	9.50	4.30	0.48	6.5	584	30.72	10.80	3.60	1.96	0.12	0.20	16.68	16.48	54	3.00	5.51	1.84
	Bt	35 – 70	5.39	0.03	0.00	1.11	0.50	0.06	1.5	181	20.80	5.34	2.50	0.55	0.12	0.30	8.82	8.52	41	2.14	9.71	4.55
	BC	70 – 185	4.99	0.00	0.00	0.30	0.14	0.02	1.7	30	20.48	5.17	2.08	0.09	0.15	0.30	7.79	7.49	37	2.49	57.44	23.11

Cuadro 4.36

Atributos químicos, Bosque Seco–Montano Bajo (bs–MB). Perfiles “Los Molinos Bajo” y “Los Molinos Alto 1”. Microcuenca Los Molinos, Montero- Ayabaca

Perfil	Horiz.	Prof. cm	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS.m ⁻¹	CaCO ₃	M.O	C.O	Nt	P	K	CIC	Cationes Cambiables					Suma de cationes	Suma de bases	% Satur. de bases.	Relaciones catiónicas					
											Ca ⁺ ₂	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺										
					%									ppm		Cmol _c .Kg ⁻¹								Ca/Mg	Ca/K
Los Molinos Bajo	A1	0 – 30	5.08	0.41	0.00	7.53	3.41	0.38	5.2	499	32.80	7.85	3.47	1.76	0.12	0.10	13.30	13.20	40	2.26	4.46	1.97			
	Bt ₁	30 - 70	5.06	0.03	0.00	0.64	0.29	0.03	0.4	287	26.72	4.70	3.48	0.77	0.10	2.90	11.96	9.06	34	1.35	6.10	4.52			
	Bc	70 - 187	4.96	0.05	0.00	0.59	0.27	0.03	0.8	88	29.28	4.74	4.48	0.22	0.17	1.30	10.91	9.61	33	1.06	21.55	20.36			
	CR	187- 230	4.99	0.06	0.00	0.18	0.08	0.01	1.8	55	25.60	3.56	4.42	0.18	0.19	1.00	9.35	8.35	33	0.81	19.78	24.56			
Los Molinos Alto 1	Ah	0 – 35	5.05	0.14	0.00	13.1	5.93	0.66	5.0	83	30.40	4.01	1.55	0.23	0.13	0.50	6.42	5.92	19	2.59	17.43	6.74			
	Bt ₁	35 - 70	4.78	0.05	0.00	5.86	2.65	0.29	3.7	52	25.28	0.74	0.55	0.15	0.12	3.30	4.87	1.57	6	1.35	4.93	3.67			
	Bt ₂	70 - 120	4.44	0.03	0.00	1.06	0.48	0.05	2.6	32	19.20	0.39	0.25	0.08	0.10	4.80	5.63	0.83	4	1.56	4.88	3.13			
	BC	120- 202	4.67	0.01	0.00	0.87	0.39	0.04	1.4	22	18.88	0.27	0.18	0.06	0.18	6.20	6.89	0.69	4	1.50	4.50	3.00			
	CR	202- 221	4.87	0.01	0.00	0.47	0.21	0.02	0.9	23	15.68	0.35	0.20	0.07	0.10	3.90	4.63	0.73	5	1.75	5.00	2.86			


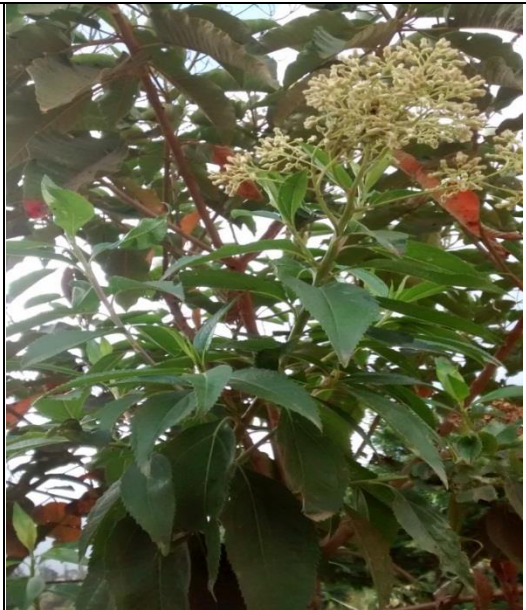
Cuadro 4.37

Atributos químicos, Bosque Húmedo – Montano (bh-M). Perfiles “Los Molinos Alto 2” y “Cruce Montero-Ayabaca”. Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca.

Perfil	Horiz.	Prof. cm	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS.m ₁ ⁻¹	CaCO ₃	M.O	C.O	Nt	P	K	CIC	Cationes Cambiables					Suma de cationes	Sum a de base s	% Satur. De bases.	Relaciones catiónicas		
												Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺				Ca/Mg	Ca/K	Mg/K
					%					ppm		Cmol _c .Kg ⁻¹										
Los Molinos Alto 2	Ap	0 - 30	4.34	0.57	0.00	10.50	4.75	0.53	4.2	149	27.84	2.38	1.05	0.33	0.10	2.80	6.66	3.86	14	2.27	7.21	3.18
	Bt ₁	30 - 75	4.14	0.16	0.00	1.56	0.71	0.08	0.9	52	18.72	1.31	0.80	0.16	0.07	4.00	6.34	2.34	13	1.64	8.19	5.00
	Bt ₂	75 - 110	4.15	0.10	0.00	0.70	0.32	0.04	1.2	51	9.92	0.32	0.27	0.20	0.10	3.60	4.48	0.88	9	1.19	1.60	1.35
	BC	110- 220	3.98	0.08	0.00	0.89	0.40	0.04	0.1	39	12.80	0.39	0.28	0.14	0.07	4.20	5.09	0.89	7	1.39	2.79	2.00
	Rr	220- 260	4.62	0.02	0.00	0.32	0.14	0.02	1.0	76	14.40	0.46	0.53	0.21	0.09	3.70	4.99	1.29	9	0.87	2.19	2.52
Cruce Montero- Ayabaca	A1	0 - 30	4.55	0.22	0.00	8.58	3.88	0.43	1.5	114	24.32	1.10	0.70	0.25	0.09	1.50	3.63	2.13	9	1.57	4.40	2.80
	Bt ₁	30 - 80	4.81	0.02	0.00	1.47	0.67	0.07	0.9	26	16.00	0.37	0.40	0.05	0.09	3.90	4.80	0.90	6	0.93	7.40	8.00
	Bt ₂	80 - 115	5.05	0.02	0.00	1.13	0.51	0.06	1.0	27	12.68	1.08	0.98	0.04	0.09	0.60	2.79	2.19	14	1.10	27.00	24.50
	BC	115- 225	5.18	0.01	0.00	0.81	0.37	0.04	1.3	21	16.00	1.51	1.13	0.06	0.17	0.80	3.66	2.86	18	1.34	25.17	18.83

Cuadro 4.38

Descripción general del perfil 1: "El lanche"


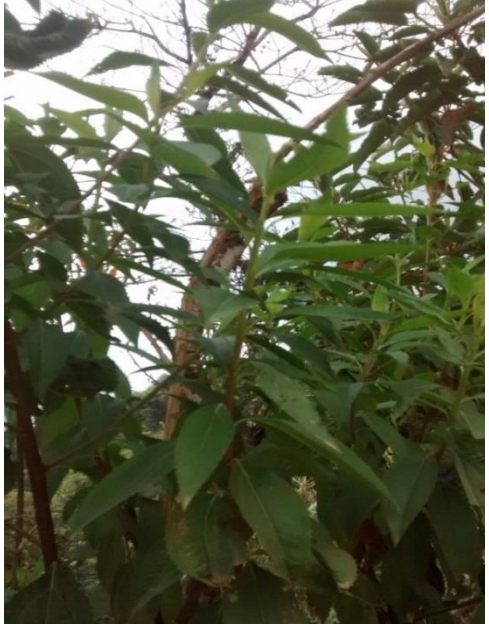
N° Perfil	1	Coordenadas Cartesianas	UTM	9487076	17M	0633941
Ubicación:	Distrito:	Montero	Lugar:	Sector El Lanche		
Clima:	Zona de Vida	°T Promedio Anual (°C)	pp° Anual (mm)	Altitud (m.s.n.m)		
	bh- MB	15.41	1366.25	1,823		
Vegetación:	Tipo de vegetación	Vegetación y Tipo de Cultivos Presentes				
	Plantas arbustivas, herbáceas y arbóreas	Aritaco, cedro, sauco, mosquero, nudillo, helechos, añalque, piñán, caña shingur, aliso, checo, chilca, banano, café, lúcuma, guabo, granadilla, naranja.				
Formación:	Material Madre	Fisiografía				
	Roca andesita (Andesitas porfíricas)	Laderas estructurales subhúmedas moderadamente empinadas a empinadas				
DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES FÍSICAS						
Pendiente m (%)	Relieve	Prof. Efectiva (cm)	Pedregosidad Superficial (%)	Drenaje (m)	Tipo de erosión	Peligro de Anegamiento
15	Forma de cuesta	Profundo	Ninguna	Excesivo	Por surcos	Sin riesgo
Clasificación:	Soil Taxónomy		Capacidad de uso mayor			
	Alfisols - Haplustalf		P2se			
						

Elaboración propia

Cuadro 4.39

Descripción general del perfil 2: “Los Molinos Bajo”



N° Perfil	2	Coordenadas Cartesianas	UTM	9486403	17M	0636308
Ubicación:	Distrito:	Montero	Lugar:	Los Molinos Bajo		
Clima:	Zona de Vida	°T Promedio Anual (°C)	pp° Anual (mm)	Altitud (m.s.n.m)		
	bs-MB	15.41	1366.25	2,231		
Vegetación:	Tipo de vegetación	Vegetación y Tipo de Cultivos Presentes				
	Plantas herbáceas, arbustivas y arbóreas	Culugüero, aritaco, cedro, ciprés, achira, chilca, zarzamora, sauco, mosquero, yuyo, wintón, helechos, maíz, papa, plátano, yuca.				
Formación:	Material Madre	Fisiografía				
	Roca andesita (lavas andesitas)	Laderas estructurales subhúmedas moderadamente empinadas a empinadas				
DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES FÍSICAS						
Pendiente m(%)	Relieve	Prof. Efectiva (cm)	Pedregosidad Superficial (%)	Drenaje (m)	Tipo de erosión	Peligro de Anegamiento
20	Forma de cuesta	Profundo	Ninguna	Excesivo	Por surcos	Sin riesgo
Clasificación:	Soil Taxónomy		Capacidad de uso mayor			
	Ultisols - Haplustults		P2se			

Elaboración propia

Cuadro 4.40


Descripción general del perfil 3: "Los Molinos Alto 1"

DESCRIPCIÓN GENERAL Y MORFOLÓGICA DEL PERFIL MODAL						
N° Perfil	3	Coordenadas Cartesianas	UTM	9486877	17M	0638358
Ubicación:	Distrito:	Montero	Lugar:	Los Molinos Alto 1		
Clima:	Zona de Vida	°T Promedio Anual (°C)	pp° Anual (mm)	Altitud (m.s.n.m)		
	bs-MB	15.41	1366.25	2,366		
Vegetación:	Tipo de vegetación	Vegetación y Tipo de Cultivos Presentes				
	Plantas arbustivas, herbáceas y arbóreas	Culugero, aritaco, cedro, ciprés, achira, chilca, zarzamora, sauco, mosquero, yuyo, wintón, helechos, maíz, papa, plátano.				
Formación:	Material Madre	Fisiografía				
	Roca andesita (Intemperismo concoidal)	Laderas estructurales subhúmedas moderadamente empinadas a empinadas				
DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES FÍSICAS						
Pendiente m(%)	Relieve	Prof. Efectiva (cm)	Pedregosidad Superficial (%)	Drenaje (m)	Tipo de erosión	Peligro de Anegamiento
25	Forma de cuesta	Profundo	Ninguna	Excesivo	Por surcos	Sin riesgo
Clasificación:	Soil Taxónomy			Capacidad de uso mayor		
	Ultisols - Paleustults			P2se		
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>						

Elaboración propia

Cuadro 4.41



Descripción general del perfil 4: "Los Molinos Alto 2"

DESCRIPCIÓN GENERAL Y MORFOLÓGICA DEL PERFIL MODAL						
N° Perfil	4	Coordenadas Cartesianas	UTM	9485582	17M	0638565
Ubicación	Distrito: Montero		Lugar: Los Molinos Alto 2			
Clima:	Zona de Vida	°T Promedio Anual (°C)	pp° Anual (mm)	Altitud (m.s.n.m)		
	bh-M	15.41	1366.25	2,518		
Vegetación	Tipo de vegetación		Vegetación y Tipo de Cultivos Presentes			
	Plantas arbustivas, herbáceas y arbóreas		Tululuche, laurel, cucharillo, pajul, cachuto, guaba de zorro, chachacomo, aritaco, cedro, chilca, zarzamora, zuro-suro, sauco, mosquero, papa, oca, olluco, maíz, arveja.			
Formación:	Material Madre		Fisiografía			
	Roca andesita (Saprolitas andesitas)		Laderas estructurales subhúmedas moderadamente empinadas a empinadas			
DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES FÍSICAS						
Pendiente m(%)	Relieve	Prof. Efectiva (cm)	Pedregosidad Superficial (%)	Drenaje (m)	Tipo de erosión	Peligro de Anegamiento
10	Forma de cuesta	Profundo	Ninguna	Excesivo	Por surcos	Sin riesgo
Clasificación:	Soil Taxónomy			Capacidad de uso mayor		
	Ultisols - Paleustults			P2se		
						

Elaboración propia

Cuadro 4.42

Descripción general del perfil 5: "Cruce Montero – Ayabaca"

DESCRIPCIÓN GENERAL Y MORFOLÓGICA DEL PERFIL MODAL						
N° Perfil	5	Coordenadas Cartesianas	UTM	9484194	17M	0638553
Ubicación	Distrito: Montero		Lugar:	Cruce Montero - Ayabaca		
Clima:	Zona de Vida	°T Promedio Anual (°C)	pp° Anual (mm)	Altitud (m.s.n.m)		
	bh-M	15.41	1366.25	2,630		
Vegetación:	Tipo de vegetación		Vegetación y Tipo de Cultivos Presentes			
	Plantas arbustivas, herbáceas y arbóreas		Tululuche, laurel, cucharillo, pajul, cachuto, guaba de zorro, chachacomo, aritaco, cedro, chilca, zarzamora, zuro-suro, sauco, mosquero, papa, oca, olluco, maíz, arveja.			
Formación:	Material Madre		Fisiografía			
	Roca andesita		Laderas estructurales subhúmedas moderadamente empinadas a empinadas			
DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES FÍSICAS						
Pendiente m(%)	Relieve	Prof. Efectiva (cm)	Pedregosidad Superficial (%)	Drenaje (m)	Tipo de erosión	Peligro de Anegamiento
8	Forma de cuesta	Profundo	Ninguna	Excesivo	Por surcos	Sin riesgo
Clasificación:	Soil Taxónomy			Capacidad de uso mayor		
	Ustisols - Paleustults			P2se		
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>						

Elaboración propia

4.3.4 Taxonomía de Suelos de la Microcuenca los Molinos, Montero–Ayabaca.

De acuerdo al análisis físico - químico de los suelos estudiados, se les ha clasificado taxonómicamente tal como se indica en el cuadro 4.43.

Cuadro 4.43

Taxonomía de los suelos de la microcuenca Los Molinos, Montero, Ayabaca.

Tipo de bosque	Perfil	Orden	Suborden	Gran grupo
• Bosque húmedo montano bajo (bh-MB)	El Lanche	Alfisols	Ustalfs	Haplustalfs
• Bosque seco montano bajo (bs-MB)	Los Molinos Bajo	Ultisols	Ustults	Haplustults
	Los Molinos Alto 1	Ultisols	Ustults	Paleustults
	Los Molinos Alto 2	Ultisols	Ustults	Paleustults
• Bosque húmedo montano (bh-M)	Cruce Montero-	Ultisols	Ustults	Paleustults
	Ayabaca			

Conforme a Wilding, L. P et al., (1,983), los suelos del orden **ultisols** se caracterizan por presentar un horizonte arcilloso o argillic horizon (Bt), es decir la gradiente textural es mayor o igual a 1.20; este horizonte se origina debido a la dilatación de los suelos (estación lluviosa) versus la contracción de los mismos (estación seca) que se presenta la zona en estudio (régimen ustic), lo cual puede atribuirse como un aspecto negativo debido a que producto de ello se produce rajadura de los suelos, causando percolación del agua a horizontes más profundos, con el correspondiente acarreo de las arcillas superficiales; sin embargo lo mas destacable y enmarcado como un aspecto positivo es la formación de arcillas mas expansivas, tales como la montmorillonita cuya buena fertilidad alcanza los 100 cmol_c.kg⁻¹. Cerca de 5.6 % de los suelos (730 millones

de Há.) de la superficie terrestre son ultisoles. Además poseen un régimen térmico entre 15 - 22 °C, coincidiendo con el promedio de temperatura de la microcuenca Los Molinos, cuyo promedio anual es de 15.5 °C. por otro lado el autor destaca la vegetación nativa característica de estos suelos tales como el nogal, cedro, roble, pinos, ciprés, manzanita y helechos estas últimas son plantas indicadoras de suelos acidos; coincidiendo con lo reportado en los resultados en donde en los tres estratos de la microcuenca (bosque húmedo montano bajo: bh - MB, bosque seco montano bajo: bs - MB y bosque húmedo montano: bh - M) se reporta la presencia de cedro y helechos; en los estratos: bosque húmedo montano bajo: bh-MB y bosque seco montano bajo: bs - MB la presencia de ciprés y en el estrato bosque húmedo montano bajo (bh - MB) la presencia de falso roble.

El orden **Alfisols**, de acuerdo a la Soil Survey Staff (2,015) se caracteriza por comprender suelos ligeramente desarrollados en una macrotopografía que va de plana a ondulada, son más extensos en regiones templadas húmedas y subhúmedas y ocupan grandes extensiones de tierras forestales de arboles de hoja caduca, comprenden pastos y bosques, con buena fertilidad y gran reserva de nutrientes en los horizontes Bt y BC, características que los muestran como suelos con buena fertilidad.

“Los Molinos Alto 2” y “Cruce Montero Ayabaca” se consideran gran grupo PALEUSTULTS porque tiene una distribución de arcilla tal, que dicho porcentaje no decrece de su máximo en 20 % dentro de los 150 cm de la superficie del suelo (SOIL TAXONOMY, 2015).

“El Lanche” se considera gran grupo HAPUSTALFS, porque dentro de la clave de la taxonomía mundial, no reúne las características fundamentales de los otros grandes grupos (SOIL TAXONOMY, 2015).

“Los Molinos Bajos” se consideran enmarcados en el gran grupo HAPLUSTULTS, porque presenta atributos que no se enmarcan en los otros grandes grupos de la taxonomía internacional (SOIL TAXONOMY, 2015).

“Los Molinos Alto 1” se consideran PALEUSTULTS, debido a que en el perfil en promedio no decrece de 20 % de su máximo dentro de los 150 cm de la superficie del suelo (SOIL TAXONOMY, 2015).

4.3.5 Entrevista a los Agricultores de la Microcuenca Los Molinos, Montero - Ayabaca, respecto a Cambio Climático y Fertilidad de los Suelos.

Los agricultores vía entrevista, han expresado su opinión sobre el cambio climático y la fertilidad de los suelos. A la pregunta sobre la producción en relación a años anteriores, respuestas consolidadas en el Cuadro 4.44.

El 92.3 % y 90.9 % de los agricultores de las zonas de vida Bosque Húmedo Montano Bajo (bh-MB) y Bosque Seco Montano Bajo (bs - MB), señalan que la producción ha disminuído; y los agricultores del estrato Bosque Húmedo Montano (bh - M), el 50 % indican que la fertilidad del suelo se mantiene igual y el 50 % señalan que ha disminuído.

Cuadro 4.44

Entrevista a agricultores.

Pregunta: Responda respecto a la producción, en relación a años anteriores:

Alternativa	Microcuenca Los Molinos, Montero - Ayabaca					
	Bosque Húmedo Montano Bajo		Bosque Seco Montano Bajo		Bosque Húmedo Montano	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Se ha incrementado?	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Se mantiene igual?	1	7.7	1	9.1	3	50.0
Ha disminuido?	12	92.3	10	90.9	3	50.0
Total	13	100.0	11	100.0	6	100.0

Elaboración propia

Además, respondieron que la causa de la disminución de la producción se debe a “**empobrecimiento del suelo**”: el 76.9 % en el estrato Bosque Húmedo Montano Bajo, 81.8 % en la zona de vida Bosque Seco Montano Bajo; y 100 %, en Bosque Húmedo Montano. Cuadro 4.45.

Cuadro 4.45.

Entrevista a agricultores.

Pregunta: Si la producción ha disminuido, A qué cree Ud., que se deba?

Respuesta (múltiple)	Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca.					
	Bosque Húmedo Montano Bajo		Bosque Seco Montano Bajo		Bosque Húmedo Montano	
	Respuesta	Porcentaje	Respuesta	Porcentaje	Respuesta	Porcentaje
Temperatura alta	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Temperatura baja	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Mucha lluvia	2	15.4	2	18.2	0	0.0
Poca lluvia	0	0.0	2	18.2	1	16.7
Empobreci. suelo	10	76.9	9	81.8	6	100.0
Heladas	2	15.4	0	0.0	0	0.0

Elaboración propia.

Sobre la misma materia, se preguntó a los expertos: **¿Cómo cree que influye la temperatura sobre las características físicas y químicas del suelo?** Cuadro 4.46.

Cuadro 4.46

Entrevista a expertos.

Pregunta: ¿Cómo cree que influye la temperatura sobre las características físicas y químicas del suelo

Componente:	Respuestas sistematizadas
Características físicas y químicas del suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Exceso de temperatura degrada la estructura física y química del suelo, alterando por lo tanto la textura y estructura del suelo, haciéndoles menos fértiles, es decir, suelos pobres. • Influye en las reacciones y/o procesos físicos (congelamiento y descongelamiento); sobre las condiciones químicas muy ligadas a la humedad. Aumenta el potencial productivo del suelo en unas zonas y en otras disminuye. Incrementa el intemperismo.
Elaboración propia	

En otra pregunta, a los expertos: **¿De qué manera influye la precipitación pluvial sobre las características físicas y químicas del suelo?**

Cuadro 4.47.

Cuadro 4.47.

Entrevista a expertos.

Pregunta: ¿De qué manera influye la precipitación pluvial sobre las características físicas y químicas del suelo?

Componente:	Respuestas sistematizadas
Características Físicas y químicas del suelo.	<ul style="list-style-type: none">• A mayor precipitación pluvial mayor distribución disponibilidad de nutrientes, entonces mejora las características físicas y químicas del suelo; pero el exceso podría causar lavado del suelo o lixiviación.• Todas las reacciones químicas y procesos físicos requieren de humedad en distintas cantidades, muy poca para los procesos físicos, suficiente para los procesos químicos.• Incrementa la bioturbación y las ecuaciones químicas; el desarrollo de los perfiles de suelos será más rápido.• La precipitación pluvial provoca erosión, lavado y altera las propiedades y fertilidad de los suelos, provoca además variación del contenido de sales, pH del suelo, etc.
Elaboración propia	

Los agricultores de la microcuenca Los Molinos, Montero - Ayabaca, también han respondido sobre el cambio climático asociado a ambas temáticas, diversidad de especies vegetales y fertilidad de suelos.

El Cuadro 4.48, concerniente a, **¿Tiene conocimiento sobre el cambio climático?**; cabe anotar que la suma de *no tiene conocimiento* y *ningún conocimiento*, alcanza 61.6 % en el estrato Bosque Húmedo Montano Bajo (bh - MB); 63.6 %, en la zona de vida Bosque Seco Montano Bajo (bs-MB); y 83.3 % en Bosque Húmedo Montano (bh - M). Es evidente que los agricultores que habitan en la microcuenca Los Molinos y en general de la serranía piurana, tienen muy poco a casi nada de conocimiento sobre el concepto, causas y consecuencias del cambio climático, esto lo corroboran las entrevistas realizadas en este trabajo de tesis, que arrojan porcentajes muy altos de desconocimiento y confusión a nivel de toda la microcuenca, coincidentemente Rios, S. (2,010)

realizó entrevistas a productores agropecuarios donde concluye que existe vulnerabilidad a la variabilidad climática pero no al cambio climático, reportando además que existe un alto nivel de confusión de la población en los aspectos relacionados a ambos temas.

Cuadro 4.48

Entrevista a agricultores.

Pregunta: ¿Tiene conocimiento sobre el cambio climático?

Alternativa	Microcuenca Los Molinos, Montero - Ayabaca					
	Bosque Húmedo Montano Bajo		Bosque Seco Montano Bajo		Bosque Húmedo Montano	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Sí	1	7.7	1	9.1	0	0.0
No	8	61.5	7	63.6	5	83.3
Un poco	4	30.8	2	18.2	1	16.7
No indica	0	0.0	1	9.1	0	0.0
Total	13	100.0	11	100.0	6	100.0

Elaboración propia

El cuadro 4.49, sobre la pregunta: **¿Ha asistido a algún evento o capacitación sobre cambio climático o cuidado del medio ambiente?**; en el estrato Bosque Húmedo Montano Bajo (bh - MB), la respuesta es compartida, manifiestan que si han asistido, 53.8 % y no han asistido, 46.2 %. Mientras que en las zonas de vida Bosque Seco Montano Bajo (bs - MB) y Bosque Húmedo Montano (bh - M), mayoritariamente no han asistido, 81.8 % y 83.3 %, respectivamente. Los resultados de esta pregunta a los agricultores de la microcuenca Los Molinos, difieren en parte con las respuestas a la pregunta del Cuadro 4.48, ello probablemente porque los capacitadores no han calado en los conocimientos de los asistentes, o el número de capacitaciones que se han dado respecto a esta temática son muy pocas, o se han dado capacitaciones y sólo

han asistido a muy pocas o simplemente porque es común que los agricultores asisten a este tipo de eventos u obligados o sin ningún tipo de motivación, entonces no se le toma la debida importancia a la temática.

Cuadro 4.49

Entrevista a agricultores.

Pregunta: ¿Ha asistido a algún evento o capacitación sobre cambio climático o cuidado del medio ambiente?

Alternativa	Microcuenca Los Molinos, Montero - Ayabaca					
	Bosque Húmedo Montano Bajo		Bosque Seco Montano Bajo		Bosque Húmedo Montano	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Sí	7	53.8	2	18.2	1	16.7
No	6	46.2	9	81.8	5	83.3
Total	13	100.0	11	100.0	6	100.0

Elaboración propia

Cuadro 4.50, ¿Le gustaría saber más sobre el cambio climático? La respuesta de los agricultores de las tres zonas de vida, es 100% por saber más sobre la temática de cambio climático.

Cuadro 4.50

Entrevista a agricultores.

Pregunta: ¿Le gustaría saber más sobre el cambio climático?

Alternativa	Microcuenca Los Molinos, Montero - Ayabaca					
	Bosque Húmedo Montano Bajo		Bosque Seco Montano Bajo		Bosque Húmedo Montano	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Sí	13	100.0	11	100.0	6	100.0
No	0	0.0	0	0.0	0	0.0
De repente	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Total	13	100.0	11	100.0	6	100.0

Elaboración propia

Y, el Cuadro 4.51, consulta a los agricultores, **¿Estaría dispuesto a integrar una organización que tenga que ver con el cuidado del medio ambiente?** El 100 % de los agricultores de los estratos medio y alto, responden favorablemente; y en el estrato bajo, el 92.3 %.

Cuadro 4.51

Entrevista a agricultores.

Pregunta: ¿Estaría dispuesto a integrar una organización que tenga que ver con el cuidado del medio ambiente?

Alternativa	Microcuenca Los Molinos, Montero - Ayabaca					
	Bosque Húmedo		Bosque Seco		Bosque Húmedo	
	Montano Bajo		Montano Bajo		Montano	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Sí	12	92.3	11	100.0	6	100.0
No	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Tal vez	1	7.7	0	0.0	0	0.0
Total	13	100.0	11	100.0	6	100.0

Elaboración propia

Respecto a los Cuadros 4.50 y 4.51 es el interés que muestran los agricultores entrevistados para capacitarse y saber más sobre el cambio climático, además muestran su predisposición para integrar alguna organización que tenga que ver con el cuidado del medio ambiente, y esto es importante para las instituciones privadas y estatales relacionadas con la temática.

4.4. EFECTO DEL CAMBIO DE USO DE LA TIERRA SOBRE LA DIVERSIDAD DE ESPECIES VEGETALES EN LA MICROCUENCA LOS MOLINOS, MONTERO – AYABACA.

4.4.1 Influencia de los Sistemas de Explotación sobre la Diversidad de Especies Vegetales

En esta materia los expertos describen como influyen los sistemas de explotación sobre la población por especies vegetales y la distribución y variabilidad de las mismas, en las zonas de vida de la microcuenca Los Molinos, Montero - Ayabaca. Cuadro 4.52.

Cuadro 4.52

Entrevista a expertos.

Pregunta: ¿Cómo influyen los sistemas de explotación sobre la población, distribución y variabilidad de las especies vegetales?

Componente:	Respuestas sistematizadas
Población por especies vegetales	<ul style="list-style-type: none">• Altera ecosistemas naturales. Explotación excesiva del suelo causa pérdida de biodiversidad.• Los sistemas de explotación (cambio de uso de la tierra), tienen relación inversa con la población de especies vegetales; cuando más se incrementan los sistemas de explotación existe desplazamiento y disminuye la población por especies vegetales.• Los sistemas de uso del suelo están de acuerdo a que especie vegetal se quiere implantar. Influyen en la densidad, por lo que tienen que ser sustentable.
Distribución y variabilidad de especies vegetales	<ul style="list-style-type: none">• Los sistemas de explotación alteran los nichos ecológicos, modificando la distribución y variabilidad de especies vegetales; afectan directamente la distribución y variabilidad de especies vegetales, produciendo migración de especies y erosión de suelos.• Habrá aumento de unas especies y disminución de otras especies vegetales.• Los sistemas de uso del suelo están de acuerdo a que especie vegetal se quiere implantar.

Elaboración propia.

4.4.2 Influencia del Sobrepastoreo en la Diversidad de Especies Vegetales

Los expertos hacen una síntesis de la influencia del sobre pastoreo en la población por especies vegetales y la distribución y variabilidad de las mismas, en las zonas de vida de la Microcuenca Los Molinos, Montero - Ayabaca. Cuadro 4.53.

Cuadro 4.53

Entrevista a expertos.

Pregunta: ¿Cómo cree que influye el sobrepastoreo sobre la población, distribución y variabilidad de las especies vegetales?

Componente:	Respuestas sistematizadas
La población por especies vegetales	<ul style="list-style-type: none">• El sobrepastoreo produce depredación de especies vegetales, por lo tanto disminución de especies, pérdida de pastos naturales, hasta la extinción de las mismas.• Disminuye la carga alimenticia.
Distribución y variabilidad de especies vegetales	<ul style="list-style-type: none">• El sobrepastoreo produce pérdida de la biodiversidad de especies vegetales y puede extinguir los pastos. Altera la distribución y variabilidad de especies vegetales.• Varía según la concentración de las poblaciones de ganado.• Da lugar a la migración por tierras improductivas.

Elaboración propia

4.4.3 Deforestación sobre la Diversidad de Especies Vegetales.

El Cuadro 4.54 presenta el resumen sobre las respuestas de los expertos, a cerca de la influencia de la deforestación sobre la población por especies vegetales y la distribución y variabilidad de las mismas, en las zonas de vida de la microcuenca Los Molinos, Montero - Ayabaca.

Cuadro 4.54

Entrevista a expertos.

Pregunta: ¿Cómo cree que influye el la deforestación sobre la población, distribución y variabilidad de las especies vegetales?

Componente:	Respuestas sistematizadas
La población por especies vegetales	<ul style="list-style-type: none">• La deforestación influye de manera negativa sobre la población de especies vegetales, disminuyéndola; provocando migración, incluso conlleva a la extinción.• Disminuye las especies adaptadas a un ecosistema, porque aumenta especies del nuevo ecosistema por ejemplo, pradera. Pérdida de biodiversidad.• Causa disminución de las poblaciones por falta de alimentos.
Distribución y variabilidad de especies vegetales	<ul style="list-style-type: none">• Produce cambios en el ecosistema, provocando disminución de especies vegetales. Provoca alteración y disminución de la biodiversidad.• Migración a zonas no deforestadas. Aumenta la desertificación.

Elaboración propia

De acuerdo a los Cuadros 4.52, 4.53 y 4.54, los expertos opinan que los sistemas de explotación, el sobrepastoreo y la deforestación tres de los factores enmarcados en el cambio de uso de la tierra, tienen un impacto negativo en la población de especies vegetales y en la distribución de las mismas en un ecosistema, alterando los ecosistemas naturales; la explotación excesiva del suelo causa pérdida de biodiversidad, provocando migración y/o extinción de especies, conllevando finalmente a la desertificación, en coincidencia con Loyola, E.; et al. (2,011), la deforestación afecta el ciclo hidrológico, al modificar la evapotranspiración, la humedad del suelo y los efectos que la vegetación ejerce sobre los vientos y si a esto se le añade los cambios en el uso del suelo, y las perturbaciones provocadas a nivel local, entonces los impactos negativos producidos por la variabilidad y el cambio climático se incrementan, comprometiendo incluso, la existencia misma de los ecosistemas (Loyola, E.; et al. 2,011).

4.5. INCIDENCIA DEL CAMBIO DE USO DE LA TIERRA SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DE LOS SUELOS EN LA MICROCUENCA LOS MOLINOS, MONTERO - AYABACA

Los agricultores de la microcuenca Los Molinos, Montero - Ayabaca, han opinado sobre el cambio de uso de la tierra en la fertilidad de los suelos. El Cuadro 4.55, se refiere a la pregunta, **¿Pastorea sus animales?**

Cuadro 4.55

Entrevista a agricultores.

Pregunta: ¿Pastorea sus animales?

Alternativa	Microcuenca Los Molinos, Montero - Ayabaca					
	Bosque Húmedo Montano Bajo		Bosque Seco Montano Bajo		Bosque Húmedo Montano	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Sí pastorea	2	15.4	0	0.0	1	16.7
No pastorea	1	7.7	6	54.5	0	0.0
A veces	8	61.5	4	36.4	4	66.6
No tiene animales	2	15.4	1	9.1	1	16.7
Total	13	100.0	11	100.0	6	100.0

Elaboración propia

En el estrato Bosque Húmedo Montano Bajo (bh - MB), el 15.4 % “sí pastorea” y el 61.5 %, responde “a veces”; los agricultores del estrato Bosque Seco Montano Bajo (bs - MB), “no pastorea” sus animales, 54.5 % y otros indican “a veces”, 36.4 %; mientras que en el estrato alto, el 66.6 % responde “a veces” y el 16.7 %, “si pastorea”. Como se puede evidenciar las respuestas de los agricultores sistematizadas en el Cuadro 4.55, elevados porcentajes de ellos no pastorean sus animales, lo que significa que los dejan a la intemperie y libres en zonas comunales donde entre otros factores, el gran peso del animal provoca

endurecimiento del suelo y por consiguiente pérdida de fertilidad natural del suelo, acarreando pérdida de biodiversidad.

A la pregunta, **¿Qué hace con los residuos de la cosecha?**, las respuestas de los agricultores se encuentran sistematizadas en el Cuadro 4.56. En los estratos bajo y alto, los agricultores mayoritariamente preparan compost, 61.5 % y 66.6 %, respectivamente, siendo las otras opciones que “quema” y “deja a la interperie”. En el estrato medio, los agricultores “entierran los residuos de la cosecha”, 54.5 % y otros “preparan compost”, 36.4 %.

Cuadro 4.56

Entrevista a agricultores.

Pregunta: ¿Qué hace con los residuos de la cosecha?

Alternativa	Microcuenca Los Molinos, Montero - Ayabaca					
	Bosque Húmedo		Bosque Seco		Bosque Húmedo	
	Montano Bajo		Montano Bajo		Montano	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Los quema	2	15.4	0	0.0	1	16.7
Los entierra	1	7.7	6	54.5	0	0.0
Prepara compost	8	61.5	4	36.4	4	66.6
Deja a interperie	2	15.4	1	9.1	1	16.7
Total	13	100.0	11	100.0	6	100.0

Elaboración propia

Los expertos también han opinado sobre el efecto del cambio de uso de la tierra en la fertilidad de los suelos. A la pregunta, **¿Cómo cree que influyen los sistemas de explotación sobre las características físicas y químicas del suelo?**, los resultados consolidados se pueden apreciar en el Cuadro 4.57.

Cuadro 4.57

Entrevista a expertos.

Pregunta: ¿Cómo cree que influye los sistemas de explotación sobre las características físicas y químicas del suelo?

Componente:	Respuestas sistematizadas
Características físicas y químicas del suelo.	<ul style="list-style-type: none">• Cada sistema de uso o explotación requiere de un sistema de manejo de suelos de acuerdo al sistema de uso; es diferente si se siembra arroz o algodón.• Mejora la aereación de los suelos, aumenta la fijación del nitrógeno.• Los sistemas de explotación disminuyen la capacidad de almacenamiento de agua, haciendo variar el pH, CIC (capacidad de intercambio catiónico) y disminuyendo el contenido de materia orgánica, por lo tanto disminuye la fertilidad natural del suelo, volviéndose los suelos pobres y desérticos.• No tendría efectos degradantes.

Elaboración propia

El Cuadro 4.58, los expertos responden a la pregunta, **¿Cuál cree es la influencia del sobrepastoreo en las características físicas y químicas del suelo?** por parte de los expertos.

Cuadro 4.58

Entrevista a expertos.

Pregunta: ¿Cuál cree es la influencia del sobrepastoreo sobre las características físicas y químicas del suelo?

Componente:	Respuestas sistematizadas
Características físicas y químicas del suelo.	<ul style="list-style-type: none">• Altera las características físicas y químicas y predispone para la erosión hídrica y eólica, produciéndose pérdida de la fertilidad de los suelos (se vuelven pobres).• Mayor densidad o formación de panes: densipan, cleypan, sultpan, etc.

Elaboración propia

Y, sobre la pregunta a los expertos agricultores, **¿Cómo cree que influye la deforestación sobre las características físicas y químicas del suelo?**, Cuadro 4.59.

Cuadro 4.59

Entrevista a expertos.

Pregunta: ¿Cómo cree que influye la deforestación sobre las características físicas y químicas del suelo?

Componente:	Respuestas sistematizadas
Características físicas y químicas del suelo.	<ul style="list-style-type: none"> • Produce erosión de suelos, especialmente en los horizontes superficiales. • Afecta las propiedades de los suelos, provocando pérdidas de la fertilidad por erosión, transformándose en suelos pobres de nutrientes, inservibles y no aptos para la agricultura. • Altera los ciclos naturales de los nutrientes, altera los ciclos orgánicos y disminuye la acumulación de anhídrido carbónico (sumidero de carbón). • Produciría cambios en la población y el suelo mismo.

Elaboración propia

Los expertos opinaron sobre la influencia que tiene el cambio de uso del suelo sobre la fertilidad de los suelos, Cuadros 4.57, 4.58 y 4.59; manifiestan que los sistemas de explotación, el sobrepastoreo y la deforestación tienen consecuencias negativas en el suelo, tales como: disminución de la capacidad de almacenamiento de agua, hace variar el pH, capacidad de intercambio catiónico y disminuyendo el contenido de materia orgánica, por lo tanto disminuye la fertilidad natural del suelo, volviéndose los suelos pobres y desérticos, alterándose las características físicas y químicas, se predispone a los suelos a la erosión hídrica y eólica, especialmente en los horizontes superficiales y esto se aprecia con frecuencia en toda la extensión de la microcuenca Los Molinos y los resultados del presente trabajo de investigación así lo demuestran. En coincidencia con el Grupo Consultivo de Expertos sobre las Comunicaciones

Nacionales de Las Partes no incluidas en el anexo I de la Convención- GCE (2,012), la conversión de bosques y pastizales, cultivos y otras formas de explotación cambia significativamente las reservas de carbono en la vegetación y en el suelos; por otro lado la predisposición natural de las laderas y la erosión se ven agravadas por el sobre pastoreo y la deforestación que eliminan la cobertura vegetal que protege el suelo, ello implica la desaparición de especies animales y vegetales (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD 2014 y Ministerio del ambiente - MINAM, 2014).

Cuadro 4.60

Entrevista a agricultores.

Pregunta: ¿Cree que sus tierras, respecto a años anteriores, son más productivas?

Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca						
Alternativa	Bosque Húmedo		Bosque Seco		Bosque Húmedo	
	Montano Bajo		Montano Bajo		Montano	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Sí	0	0.0	0	0.0	0	0.0
No	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Ha disminuido	13	100.0	11	100.0	6	100.0
Ha aumentado	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Total	13	100.0	11	100.0	6	100.0

Elaboración propia

Los agricultores de la microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca, también han respondido a temáticas asociadas a ambas líneas de trabajo, la diversidad de especies vegetales y fertilidad de suelos: producción de sus tierras, abono de cultivos, riego en parcelas y prácticas de conservación de suelos.

Sobre la producción de sus tierras, **¿Cree que sus tierras, respecto a años anteriores, son más productivas?** Cuadro 4.60. La respuesta de todos los agricultores, es que “Ha disminuido”, en los tres estratos de la microcuenca Los Molinos, Montero - Ayabaca.

En materia de abonos, los agricultores responden a la pregunta **¿Qué clase de abono emplea en sus cultivos?**, las respuestas se encuentran en el Cuadro 4.61.

Cuadro 4.61

Entrevista a agricultores.

Pregunta: ¿Qué clase de abono emplea en sus cultivos?

Respuesta (múltiple)	Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca					
	Bosque Húmedo		Bosque Seco		Bosque Húmedo	
	Montano Bajo		Montano Bajo		Montano	
	Respuesta	Porcentaje	Respuesta	Porcentaje	Respuesta	Porcentaje
Orgánicos	6	46.2	7	63.6	5	83.3
Minerales	0	0.0	7	63.6	2	33.3
No abono	5	38.5	1	9.1	0	0.0
Incorpor/restos cosecha	2	15.4	2	18.2	2	33.3

Elaboración propia

Los agricultores de la zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo (bh - MB) aplican abono orgánico e incorporan restos de cosecha, 46.2 % y 15.4 %, en cada caso; no abonan, el 38.5 %. En Bosque Seco Montano Bajo (bs - MB), utilizan abono orgánico, minerales e incorporan restos de cosecha, 63.6%, 63.6 % y 18.2 %, respectivamente; no abonan, el 9.1 %. Y, en el estrato Bosque Húmedo Montano (bh - M), todos los agricultores emplean abono: orgánicos, 83.3 %; minerales, 33.3 %; e incorpora restos de cosecha, 33.3 %.

En la práctica agrícola de riego de los agricultores, **¿Qué clase de riego utiliza en sus parcelas?** Cuadro 4.62.

Cuadro 4.62

Entrevista a agricultores.

Pregunta: ¿Qué clase de abono emplea en sus parcelas?

Respuesta (múltiple)	Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca					
	Bosque Húmedo		Bosque Seco		Bosque Húmedo	
	Montano Bajo		Montano Bajo		Montano	
	Respuesta	Porcentaje	Respuesta	Porcentaje	Respuesta	Porcentaje
Gravedad	10	76.9	9	81.8	5	83.3
Tecnificado	7	53.8	1	9.1	1	16.7
No aplica riego	0	0.0	1	9.1	1	16.7

Elaboración propia

Los agricultores de la microcuenca Los Molinos, Montero - Ayabaca, según el Cuadro 4.62, aplican mayoritariamente la práctica agrícola de riego por gravedad. En el estrato Bosque Húmedo Montano Bajo (bh - MB), el 76.9 %, con la opción de riego tecnificado, 53.8 %. En la zona de vida, Bosque Seco Montano Bajo (b s- MB), 81.8 % y riego tecnificado, 9.1 %; no aplican riego, 9.1 %. En Bosque Húmedo Montano (bh - M), 83.3 % utiliza riego por gravedad, 16.7 % riego tecnificado; y 16.7 % no aplica riego.

En materia de conservación de suelos, Los agricultores de la Microcuenca Los Molinos, Montero-Ayabaca, responden a la pregunta **¿Realiza prácticas de conservación de suelos?**, ver repuestas en Cuadro 4.63.

Cuadro 4.63**Entrevista a agricultores.****Pregunta: ¿Realiza prácticas de conservación de suelos?**

Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca						
Alternativa	Bosque Húmedo Montano Bajo		Bosque Seco Montano Bajo		Bosque Húmedo Montano	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Sí	3	23.1	1	9.1	0	0.0
No	8	61.5	7	63.6	2	33.3
En algunos años	2	15.4	3	27.3	3	50.0
No sé qué es	0	0.0	0	0.0	1	16.7
Total	13	100.0	11	100.0	6	100.0

Elaboración propia

La conservación de suelos no es una práctica agrícola de interés de los agricultores de la microcuenca Los Molinos, Montero - Ayabaca. En el estrato Bosque Húmedo Montano Bajo (bh - MB) sólo el 23.1 % realiza esta práctica; el 15.4 % lo ha utilizado en algunos años y el 61.5 % no realiza esta práctica. En Bosque Seco Montano Bajo (bs - MB), apenas el 9.1 % lo aplica; el 27.3 % lo aplicó en algunos años; y el 63.6 % no lo practica.

Mientras que en la zona de vida, Bosque Húmedo Montano (bh - M), ninguno de los agricultores utiliza esta práctica, el 16.7 % desconoce esta práctica agrícola; y, el 50 % de los agricultores de este estrato, ha utilizado esta práctica de conservación de suelos en algunos años. Ver Cuadro 4.63

CONCLUSIONES

- Del análisis estadístico de los datos meteorológicos proporcionados por el SENAMHI, durante los últimos cuarenta años, se concluye que la temperatura atmosférica en la microcuenca Los Molinos, se incrementó en 4.63 °C, la precipitación en 183 mm y la humedad relativa en 2 %; alterando los ecosistemas con repercusión en las especies vegetales, animales y la productividad de los suelos en desmedro del bienestar de los agricultores.
- El evidente cambio climático que se observa en la microcuenca Los Molinos, Montero-Ayabaca, permite señalar que entre 1,976 a 1,985 el régimen de temperatura de los suelos, era de naturaleza **Mesic** (13.41 °C); sin embargo, a partir de esa fecha el aumento de temperatura fue abrupto, siendo entre el 2,005 al 2,015 de 18.04 °C, con un promedio de 15,41 °C, lo cual se clasifica en un régimen **isotérmico** (Soil Taxonomy, 2015).
- La precipitación pluvial promedio acumulada anual (mm) entre los años 1976 al 2015, en la microcuenca Los Molinos, fue de 1366.25 mm (Holdrich, 1947), coincidiendo con la característica del estrato superior bosque húmedo montano (bh - M), pluviosidad que acelera los procesos de formación de los suelos: argiluvación, rubefacción, entre otros.
- El cambio climático en esta región es muy evidente, así, el decenio más caluroso ocurrió entre el 2,006 y el 2,015 llegando a 18.04 °C promedio mes / año, mientras que el lapso entre 1,976 a 1,985 fue de 13.41 °C, lo cual evidencia un incremento indudable que refleja el cambio climático y con evidente influencia en la productividad de las cosechas, en la distribución y variabilidad de las

especies vegetales, influyendo en la fenología, erosión de los suelos, uso actual de las tierras, incremento de plagas y enfermedades, extinción de especies nativas, afectando las cosechas de los agricultores de Montero

- La humedad relativa media mensual registrada en los últimos 40 años estudiados, exhibe un promedio mes/año de 81.9 %, con un incremento de 2 %, alcanzando 80.8 % en los primeros diez años (1976 - 1985) y 84.1 % en el último decenio (2006 - 2015). Los atributos supradichos caracterizan a la microcuenca Los Molinos en el régimen de humedad de los suelos como **Ustico**, el cual permite estudiar la taxonomía de los suelos.

- La morfología de los perfiles estudiados muestran la variación de los atributos morfológicos en función de la profundidad, cuyo material parental autóctono es la “**andesita porfirítica**”, la cual desde su origen en la Era Terciaria, viene recibiendo la influencia del cambio climático, manifestada en los actuales procesos de formación de los suelos observados, tales como: bioturbación, pardeamiento, melanización, rubefacción, argiluvación, infiltración y saprolización del material parental.

- El 76,19 % de los suelos son de textura franca, y el resto son arcillosos; presentan una densidad aparente que varía desde 1.45 g.cm⁻³ en el Ap de Los Molinos 2, hasta 1.76 g.cm⁻³ en el CR de Los Molinos Alto 1; mientras que la densidad real encontrada varía desde 2.47 g.cm⁻³ en el Ap de Los Molinos Alto 2 hasta 2.79 g.cm⁻³ en el Bt₂ de Los Molinos Alto 2 y BC del Cruce Montero - Ayabaca; una característica común en los horizontes Bt, es la estructura prismática, observándose planos de fricción llamados “Slickensides” que infieren la presencia de los órdenes: Alfisols y Ultisols.

- La reacción de los suelos, en su mayoría es fuertemente ácida (90.47 %) con ligeras variaciones a un pH ácido, en función de la profundidad. En cuanto a la materia orgánica, los horizontes A poseen valores altos con 9 % en promedio, disminuyendo en los horizontes infrayacentes a valores bajos (menor de 4 %). Como es natural, el carbón orgánico y nitrógeno total guardan una relación recíproca en su contenido de acuerdo a los valores presentados.

- El fósforo disponible es bajo en todos los perfiles lo que implica medidas correctivas, y el potasio disponible presenta valores altos en los horizontes A de los perfiles 1 y 2 y medios en el 4 y 5, mientras que en todos los subhorizontes los valores son bajos.

- En cuanto a la CIC, los suelos de los perfiles 1, 2 y 3 que representan la parte baja de la microcuenca, presentan valores altos (mayor de $14 \text{ Cmol}_c.\text{Kg}^{-1}$), incluyendo los horizontes superficiales de los perfiles 4 y 5 de la parte alta de la microcuenca, variando en los horizontes infrayacentes del 4 y 5 a medios - altos.

- El orden de predominancia de las bases cambiables es de: $\text{Ca} > \text{Mg} > \text{K} > \text{Na}$ en los perfiles 1 y 4, incluyendo los horizontes superficiales del perfil 2 y 3 y el A1 del perfil 5, se exceptúa esta secuencia en el horizonte CR del perfil 2 ($\text{Mg} > \text{Ca} > \text{Na} > \text{K}$), similar al Bt₁ del 5. Los subhorizontes del perfil 3 y del 5 obedecen a la secuencia: $\text{Ca} > \text{Mg} > \text{Na} > \text{K}$.

- Todos los perfiles estudiados poseen porcentaje de saturación de bases bajo (menor de 50 %) a excepción del horizonte Ap del perfil 1 que es de 54 %, se deduce que a mayor altitud menor porcentaje de saturación de bases, siendo

en promedio: 44, 35, 8, 10 y 12 % del perfil 1 al perfil 5 respectivamente, como es natural esto se debe posiblemente a la mayor intensidad de las lluvias.

- Se clasificó a los suelos taxonómicamente, encontrando dos ordenes: Alfisols y Ultisols; dos sub ordenes: Ustalfs y Ustults y tres grandes grupos a saber: Haplustalf, Haplustults y Paleustults.

- Se identificaron 25 especies vegetales arbóreas, 10 especies de arbustos y 9 de hierbas en los tres estratos o zonas de vida, destacando entre las especies arbóreas: caña shingur, falso roble, añalque, paltón, aliso, piñán, pino, checo, aritaco, cedro, cipres, yutuguero y culuguero; arbustivas: cabuya, chilca, zarzamora, mosquero, sauco, bejuquillo y entre las herbáceas: grama chilena, nudillo, helechos y verbena.

- Se identificaron 19 especies que están desapareciendo en los últimos años, en los tres estratos estudiados; en la zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo (bh - MB), tenemos: chachacomo, raplaguero, colorao, nogal, guayacán. En el estrato Bosque Seco Montano Bajo (bs-MB): raplaguero, gual, colorao, aliso, lanche, pino y nogal y en la zona de vida Bosque Húmedo Montano (bh - M): raplaguero, gual, colorao, saye, cascarillo, puchunguero y yutuguero.

- Se evidenció buena actividad biótica en el primer horizonte de cada uno de los perfiles modales, que coadyuvan a la génesis del suelo, generando buenas condiciones físicas para el desarrollo del proceso productivo agrícola, el mismo que está directamente influido por el efecto del cambio climático, evidente de la zona.

- Los sistemas de explotación, el sobrepastoreo y la deforestación, tres de los factores enmarcados en el cambio de uso de la tierra, tienen un impacto negativo en la población de especies vegetales, alterando los ecosistemas naturales; causando pérdida de biodiversidad, provocando migración y/o extinción de especies y conllevando finalmente a la desertificación.

- El cambio de uso del suelo, sobre la fertilidad de los suelos, tiene consecuencias negativas en el mismo, provocando variaciones en el pH, disminuyendo la capacidad de almacenamiento de agua, de la capacidad de intercambio catiónico y el contenido de materia orgánica, tornándolos pobres y desérticos.

- En la medida que se acelera el cambio climático (incremento de la temperatura), se afecta la fenología de los cultivos y el agricultor se ve forzado a cambiar el uso de la tierra; caso concreto el reemplazo de café y frutales por caña de azúcar.

RECOMENDACIONES

De acuerdo al estudio realizado, se propone las siguientes recomendaciones:

- Teniendo en cuenta el aporte de nutrientes por el suelo, los factores de eficiencia de absorción de nutrientes desde el suelo, niveles de cosecha esperados y a partir de los abonos que se aplicaran, se recomienda emplear una dosis integral de fertilización nitrogenada, fosforada y potásica de valor media - alta, en los horizontes cultivables de los perfiles modales estudiados. faltando estudios específicos, debiendo observarse tipo de floración, fructificación, cosecha y otros en función de los ciclos cortos o largos.
- Estudiar programas de fertilización integral en el agro ecosistema, para determinar las curvas de absorción de macro y micronutrientes de los policultivos, lo cual permitirá diagnosticar la cantidad, decidir los correctivos y aplicar los abonos en el momento exacto.
- Realizar correcciones de pH cuando el cultivo lo requiera, especialmente en aquellos suelos donde los valores son moderado a fuertemente ácidos.
- Se recomienda encalar los **Ap** en todos los perfiles, evitar la quema de los residuos de las plantas, plantar árboles forestales y frutales, aplicar cantidades altas de abonos orgánicos o fertilizantes nitrogenados, fosfatados, potásicos y foliares ricos en micronutrientes, para los cultivos de café, caña de azúcar, olluco, arveja, cebada, papa, de acuerdo al piso ecológico.

- En el caso de dedicar las tierras de la microcuenca Los Molinos para uso forestal, se requiere en forma aproximada media tonelada (tm) de cal/ha en el perfil “El Lanche”; 2.5 tm en el perfil “Los Molinos Bajo”; 7.5 en el perfil “Los Molinos Alto 1” como en el “Los Molinos Alto 2”, y 3.5 tm en el perfil “Cruce Montero Ayabaca”.

- Realizar capacitación constante a los agricultores de la microcuenca los Molinos sobre la temática del cambio climático, para lograr empoderamiento y sean menos susceptibles a los efectos del cambio climático.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALTAMIRANO, M. A. "Propuestas de adaptación de la producción de cacao en Waslala, Nicaragua", Costa Rica, 2012. 75p. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza – Turrialba Tesis para optar el grado de M.Sc., en Agroforestería tropical. Publicada en [www. Google académico.com](http://www.google.académico.com).
2. ARELLANO, J.; DE LAS RIVAS, J. (2006). Plantas y cambio climático. Instituto de recursos naturales y agrobiología de Salamanca. Publicado en <http://www.investigacionyciencia.es/files/4836.pdf>. Salamanca – España. 50 pág.
3. BABILONIA ESTRADA, Rique (2011). Tesis: "Impactos del cambio climático en la distribución espacial de las zonas de aptitud potencial del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) en la cuenca del río Reventazón, Costa Rica", para optar el grado de Magister Scientiae en Agricultura ecológica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza–Turrialba–Costa Rica. Publicada en [www. Google académico.com](http://www.google.académico.com). 151 p.
4. BELIZARIO QUISPE, Germán (2013). Artículo científico: "Efectos del cambio climático en la temperatura y precipitación – Capachica, Perú". Publicado en revista de Investigación Alto andina, Vol 15 Nro 4: 15 – 24. Facultad de Ingeniería Agrícola – Universidad Nacional del Altiplano. Puno – Perú.
5. BONO, Emérit (2008). Cambio climático y sustentabilidad económica y social: implicaciones sobre el bienestar social. Catedrático de Economía Aplicada de la Universidad de Valencia. Instituto Universitario de Economía Social y Cooperativa. CIRIEC-España, revista de economía pública, social y cooperativa. Publicado en www.ciriec.es www.ciriec-revistaeconomia.es ISSN: 0213-8093. © 2008 CIRIEC-España.
6. BUOL, S.W., Hole, F.D., McCracken, R.J., Southard, R.J., (1997). Soil Genesis and Classification, 4th edition. Iowa State Univ. Press, Ames.
7. CALERO, M. (1987). Génesis, Morfología y Taxonomía de Aridisols, Entisols, Inceptisols, Alfisols y Ultisols del Departamento de Piura. Tesis para optar el grado de magister. Escuela de Post Grado de la Universidad Nacional Agraria La Molina –Lima Perú. 135p.
8. CALERO, M. M. (1999). Mineralogia e gênese de solos originados de rochas da formação Irati: Região de Piracicaba – SP. Tese Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Universidade de São Paulo, para a obtenção do título de Doutor em Agronomia, área de concentração: Solos e Nutrição de plantas. 207 p.
9. CANZIANI, O. (2006). La problemática del calentamiento terrestre. Panel Intergubernamental sobre el cambio Climático.

10. CAPRILES, Elías (2008). Ecología, filosofía y economía del cambio climático. Publicado en *Humania del Sur - Revista de Estudios Latinoamericanos, Africanos y Asiáticos*. Universidad de Los Andes, Mérida. ISSN: 1856-7959. pp. 93-120.
11. CASTILLO, A. (2015). Caracterización morfogenética y taxonómica de la toposecuencia Pueblo Nuevo - Wayacanes (Distrito de Montero) Provincia de Ayabaca. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. FA/DAS – Universidad Nacional de Piura. Piura – Perú. 67 p.
12. CHÁVEZ ESPÍRITU, Tulio Wilfredo (2012). Tesis: “Análisis hidrológico ante impactos del cambio climático y cambios de uso del suelo en la cuenca del río Compas agua, Nicaragua”, para optar el grado de Magister Scientiae en Manejo y Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba–Costa Rica. Publicada en [www. Google académico.com](http://www.google.académico.com). pág. 23 – 24.
13. CLIMA DE MONTERO (2014). Disponible en la web: <http://es.climate-data.org/location/875157/>
14. CONDE, Cecilia (2004). Estudio: “Impactos del cambio climático en la agricultura en México”. Copilado en el libro *Cambio climático una visión desde México* con ISBN 968-817-704-0. Instituto Nacional de Ecología – Secretaría del Medio Ambiente y de Recursos Naturales. Primera edición. México.
15. COSTA DE LEMOS & DOS SANTOS, David (1984). Manual de descrição e coleta de solo no campo. Caminas – Brasil. 2ª edição. Editora Cigel – Ltda. 45 p.
16. CUANTECONTZI, Dick (2004). Estudio: “Los gases regulados por la convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático”. Instituto de petróleo. Copilado en el libro *Cambio climático una visión desde México* con ISBN 968-817-704-0. Instituto Nacional de Ecología – Secretaría del Medio Ambiente y de Recursos Naturales. Primera edición. México.
17. DE LA ROSA, Diego (2008). Impactos del cambio climático sobre los suelos. Instituto de recursos naturales y Agro biología de Sevilla. Consejo superior de investigaciones científicas. Publicado en revista científica *Ambientalia*. 125 pág.
18. DIARIO GESTION (2014). “El cambio climático afectará más la pesca ganadería alto andina y agricultura en el Perú”. ” Noticia publicada el 19 de diciembre del 2014. Disponible en web <http://gestion.pe/economia/cambio-climatico-afectaria-mas-pesca-ganaderia-altoandina-y-agricultura-peru-2116387>.
19. DIARIO GESTION (2014). “FAO advierte que cambio climático ya está afectando la seguridad alimentaria” noticia publicada el 7 de diciembre del 2014. Disponible en web: <http://gestion.pe/economia/cop-20-fao-advierete-que-cambio-climatico-ya-esta-afectando-seguridad-alimentario-2116101>. Lima – Perú.

20. DIARIO OFICIAL EL PERUANO. (2010). Decreto Supremo N° 013 – 2010–AG. Reglamento para la Ejecución de Levantamiento de Suelos. Lima 20-11-2010. pp. 429454–429462. Lima - Perú
21. DIAS, V. (1991). Vocabulário básico do meio ambiente. Rio de Janeiro - Brasil: Fundação Estadual de Engenharia do meio ambiente, junho/1991. 246p.
22. DICCIONARIO INGENIERO TÉCNICO (2014). Disponible en el sitioweb: www.wordreference.com/es/en/translation.asp?sopen=ingeniero+técnico.
23. DO PRADO, Helio. (1995). Solos Tropicais: Potencialidades, Limitações, Manejo E Capacidade de Uso. Brasil.
24. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2010). Evaluación de los recursos forestales mundiales. FAO, Roma, Italia. 163 páginas, disponible en <http://www.fao.org/forestry/fra/fra2010/en/>.
25. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2016). Optimización de la humedad del suelo para la producción vegetal. Cap 3. Agua de lluvia, productividad de tierra y sequía.
26. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2016). Portal de suelos de la FAO. Definiciones clave. ¿Qué es el suelo?
27. FAO, (2009). Guía para la descripción de suelos. Roma – Italia. Traducido y adaptado al castellano por Ronald Vargas Rojas (Proyecto FAO – SWALIM, Nairobi, Kenya –Universidad Mayor de San Simón, Bolivia). Cuarta edición. 99 p.
28. FMAM (Fondo para el Medio Ambiente Mundial). (2012). Actividades sobre uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS).
29. GARCÍA, J. (1994). Principios físicos de climatología. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina. CONS. GRAFICO E.I.R.L. 1994. 244p.
30. GCE (Grupo Consultivo de Expertos sobre las Comunicaciones Nacionales de Las Partes no incluidas en el anexo I de la Convención). (2012). Manual para el sector de uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS).
31. GERENCIA REGIONAL DE RECURSOS NATURALES Y GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE - GOBIERNO REGIONAL PIURA. (2012). La zonificación ecológica económica (ZEE) de la región Piura. Memoria Final. Piura, noviembre del 2012.

32. GOBIERNO REGIONAL DE PIURA. (2014). Mapas de zonas de vida de la región Piura. Disponible en zeeot.regionpiura.gob.pe/mapas-temáticos/mapa-de-zona-de-vida/view.
33. GREENPEACE (2006). ¿Qué es el Protocolo de Kioto? Disponible en el sitio web: <http://archivo.greenpeace.org/Clima/Prokioto.htm>
34. GUZMÁN, W. (2004). "Valoración Económica de los Beneficios Ambientales en el manejo sostenible de humedales: Estudio del caso del manejo sostenible de sistemas de "Aguajal" en la comunidad de Parinari, Reserva Nacional de Pacaya Samiria". pág. 269. INRENA. Lima –Perú.
35. HOLDRIDGE, L.R. (1947). "Determination of World Plant Formations from Simple Climatic data". Science. Vol 105 N°. 2727: 367– 368.
36. HUIMAN, J. C. (2003). Génesis y morfología de los suelos de la Catena Marmas Bajo – Montero (Ayabaca). Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía – Departamento académico de suelos - Universidad Nacional de Piura. Piura - Perú. 65 p.
37. IMÁN, José (2007). Diagnóstico y propuestas de desarrollo agrícola de la microcuenca Los Molinos, caso de la comunidad de Chonta del distrito de Montero–Ayabaca. Tesis para optar el grado académico de magister en ciencias, con mención en desarrollo rural. Piura – Perú. 235 pág.
38. INEI (2007). Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda. Disponible en la página web: www.inei.gob.pe.
39. INGEMMET, (1999). Mapa geológico del cuadrángulo de Ayabaca. E: 1:100.000–Hoja 10d de la Carta Geológica del Perú. Versión 1999.
40. IPCC (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático) (2001). Cuarto informe de evaluación del IPCC. Disponible en el sitio web: http://es.wikipedia.org/wiki/Cuarto_Informe_de_Evaluaci%C3%B3n_del_IPCC. Consultado el 13 de diciembre del 2014.
41. IPCC (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático) (2007): Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. ISBN 92-9169-322-7. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 págs.
42. IPCC (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático) (2007): Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura. ISBN: 92-9169-414-2.
43. JARAMILLO J., Víctor (2007). El ciclo global del carbono. Instituto de ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Publicado página <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/437/jaramillo.html>
44. JARAMILLO, D. F. (2002). Introducción a la ciencia del suelo. Medellín 2002. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. 613 p. web: www.bdigital.unal.edu.co/2242/1/70060838.2002.pdf

45. LAPEYRE, Tatiana (2003). "Determinación de las Reservas de Carbono de la biomasa aérea, en diferentes sistemas de Uso de la Tierra en San Martín". Tesis de Post Grado en Ciencias Ambientales. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.
46. LAZCANO, César (2003). Taller de Biología y Tratamiento de las Aguas residuales. Lima-Perú. Pág. 22.
47. LIVIAPOMA, C. (2016). Estudio edafogenético – taxonómico y su potencial agronómico de los suelos entre Montero y Puente San Martín. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Piura. Piura – Perú. 128 p.
48. LOVO ALEMÁN, Graciela (2011). Vulnerabilidad social con enfoque de género ante el cambio Climático. Mesa Permanente para la Gestión de Riesgos - El Salvador – MPGR a través de sus organizaciones miembros: PROVIDA. REDES, Comandos de Salvamentos y PROCOMES. Proyecto financiado por Oxfam. Primera edición. El Salvador.
49. LOYOLA MARTÍNEZ, Ericka et al. (2011). Artículo científico: "Cambio climático y variabilidad en la dinámica de los ecosistemas de Wirikuta, municipio de catorce (1950-2010)". San Luis de Potosí - México. Publicado en la revista Geográfica de América central, número especial EGAL,ISSN-2115-2563. pp. 1-18. Costa Rica.
50. MALAVOLTA, E. (1980). Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo, Ceres. 251p.
51. MARCANO, J. (2006). Declaración de Estocolmo. disponible en el link: <http://www.jmarcano.com/educa/docs/estocolmo.html>.
52. MAZÓN BUESO, Jordi (2014). El cambio climático: origen natural o antrópico. Publicado en revista El escéptico.
53. MELÉNDEZ, G y MOLINA, E. (2001). Memoria - Fertilidad de suelos y manejo de la nutrición de cultivos en Costa Rica. Centro de investigaciones agronómicas. Universidad de Costa Rica. 139 pág.
54. MILIARIUM.COM - INGENIERIA CIVIL y MEDIO AMBIENTE. (2006). Grupo Intergubernamental de Expertos sobre cambio climático.
55. MINAM (2014). Estrategia Nacional ante el Cambio climático (2014). Web http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/07/Estrategia-Nacional-ante-el-Cambio-Climatico_ENCC.pdf. 64 pág. Lima – Perú.
56. MINAM (2014). Portal del cambio climático. "Datos sobre el cambio climático". www.minam.gob.pe
57. MINISTERIO DE AGRICULTURA (2012). Diagnóstico de la gestión de los recursos hídricos de la cuenca Chira Piura. Anexo 7, caracterización biológica y medioambiental.


58. MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MONTERO (2014). Perfil técnico del proyecto: Promoción y Desarrollo del Turismo del Distrito de Montero - Provincia Ayabaca-Región Piura - 2014. Oficina de desarrollo económico local. Formato digital. 24 p.
59. MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MONTERO (2009). Mapa base - actualizado, E: 1:25,000. Formato digital – Sistema de información geográfica.
60. MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MONTERO (2009). Mapa base – actualizado, E: 1:25,000. Formato digital – Sistema de información geográfica.
61. MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MONTERO (2014). Perfil técnico del proyecto: Promoción y Desarrollo del Turismo del Distrito de Montero – Provincia Ayabaca–Región Piura–2014. Oficina de desarrollo económico local. Formato digital. 24 p.
62. MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE AYABACA (2013). Suelo y capacidad de uso mayor. Proyecto: Fortalecimiento de capacidades para el ordenamiento territorial de la Provincia de Ayabaca. Formato digital – División de gestión ambiental de recursos naturales y salud. Consorcio Geosig. 58 p.
63. MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE AYABACA (2012). Plan de desarrollo concertado de la provincia de Ayabaca.
64. MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE AYABACA (2011). Estudio fisiográfico de la Provincia de Ayabaca. Proyecto: Fortalecimiento de capacidades para el ordenamiento territorial de la Provincia de Ayabaca. Formato digital – Gestión integral Catamayo – Chira. Consorcio Geosig. 47 p.
65. MUNSELL SOIL COLOR CHARTS, (1994). Munsell color. Edition revised 1994. England: MCBETH.
66. NACIONES UNIDAS (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. 27 páginas. Disponible en el sitio web: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>
67. PEÑUELAS, J., SABATÉ, S., Filella, I., & GRACIA, C. (2004). Efectos del cambio climático sobre los ecosistemas terrestres: observación, experimentación y simulación. Ecología del Bosque Mediterráneo en un Mundo Cambiante. Naturaleza y Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente, pp. 425 - 460. Madrid. ISBN: 84-8014-552-8.
68. PEREYRA DÍAZ, Domitilo; et al (2011). Artículo científico “La Evapotranspiración Real (ETR) en la cuenca del río La Antigua, Veracruz: estado actual y ante escenarios de cambio climático”. Publicado en revista científica Scielo – Investigaciones geográficas, ISSN 0188 -4611. Facultad de Instrumentación Electrónica, Universidad Veracruzana. Veracruz – México.

69. PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo) (2014). Negociaciones sobre el clima, Hoja de ruta de Bali. Climate – Community.
70. POSTIGO, Julio. 2012. Tesis: "Responses of Plants, Pastoralists, and Governments to Social Environmental Changes in the Peruvian Southern Andes". En las áreas de Ciencias Sociales, Negocios y Educación. University of Texas at Austin. 286 pag.
71. PROYECTO NACIONAL DE MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS Y CONSERVACIÓN DE SUELOS - PRONAMACHCS (1998). Microcuenca Los Molinos. Diagnóstico del recurso suelo. Piura. 390p.
72. REMIGIO, J. (2004). Caracterización e Interpretación de Perfiles Modales en Suelos de la Sierra de Piura. Informe Final de Trabajo de Investigación Docente. Instituto de Investigaciones y Promoción para el Desarrollo. Universidad Nacional de Piura. 2004. 44. pp.
73. REMIGIO, J. (1998). Caracterización y clasificación de suelos en la microcuenca Los Molinos, Ayabaca-Piura. En.: VI Congreso Nacional de la Ciencia y el Suelo, Tingo María. Sociedad Peruana de la Ciencia del Suelo, 1998. 33. p.
74. RIOS TORRES, Sandra Jhowana (2010). Tesis: "Vulnerabilidad al Cambio Climático de tres grupos de productores agropecuarios en el Área de influencia del Bosque Modelo Reventazón (BMR) - Costa Rica", para optar el grado de Magister Scientiae en Socioeconomía ambiental. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza – Turrialba – Costa Rica. Publicada en [www. Google académico.com](http://www.google.académico.com). 101 p.
75. SANCHEZ VEGA, Marco Vinicio (2008). El efecto invernadero. Profesor de Biología y Ciencias, Ministerio de Educación Pública (MEP), Costa Rica. Publicación de la revista Revista Biocenosis / Vol. 21 (1-2) 2008. Pág. 51 -54.
76. SOFTWARE: GOOGLE EARTH. 2016. Disponible en: <https://www.google.com/intl/es/earth/>
77. SOIL SURVEY STAFF, (2015). United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service. Keys to Soil Taxonomy by Soil Survey Staff. Thirteenth Edition, 2015.
78. SOTOMAYOR MELO, Diego A. y JIMÉNEZ MILÓN, Percy. (2005). Proyecto: "Condiciones meteorológicas y dinámica vegetal del Ecosistema costero Lomas de Atiquipa (Caravelí – Arequipa) en el sur del Perú". Universidad Nacional San Agustín de Arequipa. Publicado en revista Ecología aplicada de la UNALM, 7 (1,2), 2008. ISSN 1726-2216. Perú.
79. STERN, N. (2006). Stern Review on the Economics of Climate Change. Disponible en www.sternreview.org.uk. El Informe Stern se publicó en Internet el 30 de Octubre de 2006 y se puede solicitar en papel a Cambridge University Press desde enero de 2007.


80. TAKAYAMA CIEZA, Francisco (2004). Desarrollo ganadero de la comunidad de Chonta distrito de Montero–Ayabaca como una alternativa socioeconómica. Tesis para optar el grado académico de magister en ciencias, con mención en desarrollo rural. Piura–Perú. 100 pág.
81. TINOCO RUEDA, Juan Ángel (2011): Investigación “Vulnerabilidad y adaptación del sector cafetalero ante el cambio climático, Chiapas - México”. Investigador del Centro Regional Universitario Oriente-Universidad Autónoma Chapingo (CRUO-UACH). Memoria del segundo foro regional realizado en Villaflores, Chiapas. 19 y 20 de Mayo del 2011. 28 p.
82. TORRES, C.M. (2004). Determinación de las características físicas y sus relaciones de tres suelos del distrito de Montero – Provincia de Ayabaca. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. FA/DAS – Universidad Nacional de Piura. Piura – Perú. 116 p.
83. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID (2014). Los ciclos biogeoquímicos.
84. UDEP. 2017. Precipitación. Biblioteca UDEP, disponible en http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1_136_147_89_1257.pdf.
85. VALLADOLID CATPO, Baudilio. 2010. Especies forestales de Piura. Enfoque fitogeográfico, taxonómico y etnobotánico en la región Piura. Central Peruana de Servicios- CEPESER- piura-Perú. 170 pág.2010.
86. YÁNEZ M., Patricio et al. (2011). Artículo científico: “Posibles efectos del cambio climático global en zonas silvestres protegidas de la zona andina de Ecuador”. Centro de Investigación y Modelamiento Ambiental CIMA y publicado en la revista científica La Granja de la Universidad Politécnica Salesiana, 13 (1): 24-44. ISSN: 1390-3799 - Ecuador.
87. ZAMORA PEREIRA, Juan Carlos (2011). Tesis: “Implicaciones del cambio climático para el almacenamiento de carbono y la riqueza de especies en bosques naturales en Costa Rica”, para optar el grado de Magister Scientiae en Manejo y conservación de bosques tropicales y biodiversidad. Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación. Turrialba – Costa Rica. 161 p.
88. ZAVALA, J. V. (1987). Caracterización y clasificación de algunos suelos de la Comunidad de Suyupampa - Ayabaca. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Piura, Facultad de Agronomía – departamento académico de suelos – Universidad Nacional de Piura. Piura - Perú. 77 p.

ANEXOS

Anexo 1. Caracterización físico – química de los suelos de la microcuenca Los Molinos-Ayabaca.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION


Solicitante : UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 Departamento : PIURA
 Distrito : MONTERO
 Referencia : H.R. 53217-021C-16

Provincia : AYABACA
 Predio :
 Fecha : 24/02/16

Lab	Número de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Ar ⁺⁺ + H ⁺			
1248	P 11	5.73	0.74	0.00	9.50	6.5	584	76	16	8	Fr. A.	30.72	10.80	3.60	1.96	0.12	0.20	16.68	16.48	54
1249	P 12	5.39	0.03	0.00	1.11	1.5	181	44	36	20	Fr.	20.80	5.34	2.50	0.55	0.12	0.30	8.82	8.52	41
1250	P 13, Subsector Lanche-Chonta	4.99	0.00	0.00	0.30	1.7	30	50	34	16	Fr.	20.48	5.17	2.08	0.09	0.15	0.30	7.79	7.49	37
1251	P 21, Subsector Los Molinos Bajos	5.08	0.41	0.00	7.53	5.2	499	60	24	16	Fr. A.	32.80	7.85	3.47	1.76	0.12	0.10	13.30	13.20	40
1252	P 22, Subsector Los Molinos Bajos	5.06	0.03	0.00	0.64	0.4	287	48	28	24	Fr.	26.72	4.70	3.48	0.77	0.10	2.90	11.96	9.06	34

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Dr. Sady García Bendeuzú
Jefe del Laboratorio




Dr. Sady García Bendeuzú
Jefe del Laboratorio


Av. La Molina s/n Campus UNALM - Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Fuente: Laboratorio de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes - UNALM.

Anexo 2. Caracterización físico – química de los suelos de la Microcuenca Los Molinos - Ayabaca.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 Departamento : PIURA
 Distrito :
 Referencia : H.R. 53217-021C-16


Provincia :
 Predio :
 Fecha : 24/02/16

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves							Arena %	Limo %	Arcilla %			Cs ⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ + H ⁺			
1253	P 23, Subsector Los Molinos Bajos	4.96	0.05	0.00	0.59	0.8	88	56	26	18	Fr. A.	29.28	4.74	4.48	0.22	0.17	1.30	10.91	9.61	33
1254	P 24, Subsector Los Molinos Bajos	4.99	0.06	0.00	0.18	1.8	55	54	30	16	Fr. A.	25.60	3.56	4.42	0.18	0.19	1.00	9.35	8.35	33
1255	P 31, Subsector Los Molinos Altos 1	5.05	0.14	0.00	13.10	5.0	83	72	16	12	Fr. A.	30.40	4.01	1.55	0.23	0.13	0.50	6.42	5.92	19
1256	P 32, Subsector Los Molinos Altos 1	4.78	0.05	0.00	5.86	3.7	52	48	26	26	Fr. Ar. A.	25.28	0.74	0.55	0.15	0.12	3.30	4.87	1.57	6
1257	P 33, Subsector Los Molinos Altos 1	4.44	0.03	0.00	1.06	2.6	32	30	42	28	Fr. Ar.	19.20	0.39	0.25	0.08	0.10	4.80	5.63	0.83	4

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Cationes
 25 - 50
 50 - 75
 75 - 100
 100 - 125

25 - 50
 50 - 75
 75 - 100
 100 - 125




Dr. Sady García Bendezu
 Jefe del Laboratorio


Av. La Molina s/n Campus UNALM - Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Fuente: Laboratorio de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes - UNALM.

Anexo 3. Caracterización físico – química de los suelos de la Microcuenca Los Molinos - Ayabaca.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

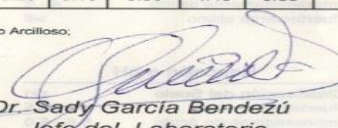
Solicitante : UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 Departamento : PIURA
 Distrito :
 Referencia : H.R. 53217-021C-16

Provincia :
 Predio :
 Fecha : 24/02/16

Lab	Número de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
								Arena %	Limo %	Árcilla %			Ce ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ + H ⁺			
1258	P 34, Subsector Los Molinos Altos 1	4.67	0.01	0.00	0.87	1.4	22	30	50	20	Fr. L.	18.88	0.27	0.18	0.06	0.18	6.20	6.89	0.69	4
1259	P 35, Subsector Los Molinos Altos 1	4.87	0.01	0.00	0.47	0.9	23	42	42	16	Fr.	15.68	0.35	0.20	0.07	0.10	3.90	4.63	0.73	5
1260	P 41, Subsector Los Molinos Altos 2	4.34	0.57	0.00	10.50	4.2	149	68	20	12	Fr. A.	27.84	2.38	1.05	0.33	0.10	2.80	6.66	3.86	14
1261	P 42, Subsector Los Molinos Altos 2	4.14	0.16	0.00	1.56	0.9	52	24	30	46	Ar.	18.72	1.31	0.80	0.16	0.07	4.00	6.34	2.34	13
1262	P 43, Subsector Los Molinos Altos 2	4.15	0.10	0.00	0.70	1.2	51	8	30	52	Ar.	9.92	0.32	0.27	0.20	0.10	3.60	4.48	0.88	9

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso


Dr. Sady García Bendežú
Jefe del Laboratorio




Av. La Molina s/n Campus UNALM - Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Fuente: Laboratorio de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes - UNALM.

Anexo 4. Caracterización físico – química de los suelos de la Microcuenca Los Molinos - Ayabaca.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



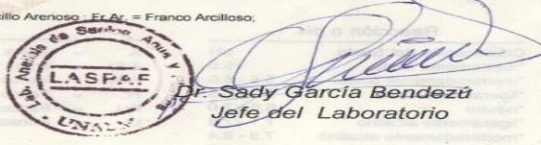
ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 Departamento : PIURA
 Distrito :
 Referencia : H.R. 53217-021C-16

Provincia :
 Predio :
 Fecha : 24/02/16

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves							Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ + H ⁺			
1263	P 44, Subsector Los Molinos Altos 2	3.98	0.08	0.00	0.89	0.1	39	10	34	56	Ar.	12.80	0.39	0.28	0.14	0.07	4.20	5.09	0.89	7
1264	P 45, Subsector Los Molinos Altos 2	4.62	0.02	0.00	0.32	1.0	76	32	46	22	Fr.	14.40	0.46	0.53	0.21	0.09	3.70	4.99	1.29	9
1265	P 51, Subsector Cruce Montero-Ayabaca	4.55	0.22	0.00	8.58	1.5	114	66	20	14	Fr. A.	24.32	1.10	0.70	0.25	0.09	1.50	3.63	2.13	9
1266	P 52, Subsector Cruce Montero-Ayabaca	4.81	0.02	0.00	1.47	0.9	26	42	12	46	Ar.	16.00	0.37	0.40	0.05	0.09	3.90	4.80	0.90	6
1267	P 53, Subsector Cruce Montero-Ayabaca	5.05	0.02	0.00	1.13	1.0	27	30	16	54	Ar.	15.68	1.08	0.98	0.04	0.09	0.60	2.79	2.19	14
1268	P 54, Subsector Cruce Montero-Ayabaca	5.18	0.01	0.00	0.81	1.3	21	32	30	38	Fr. Ar.	16.00	1.51	1.13	0.06	0.17	0.80	3.66	2.86	18

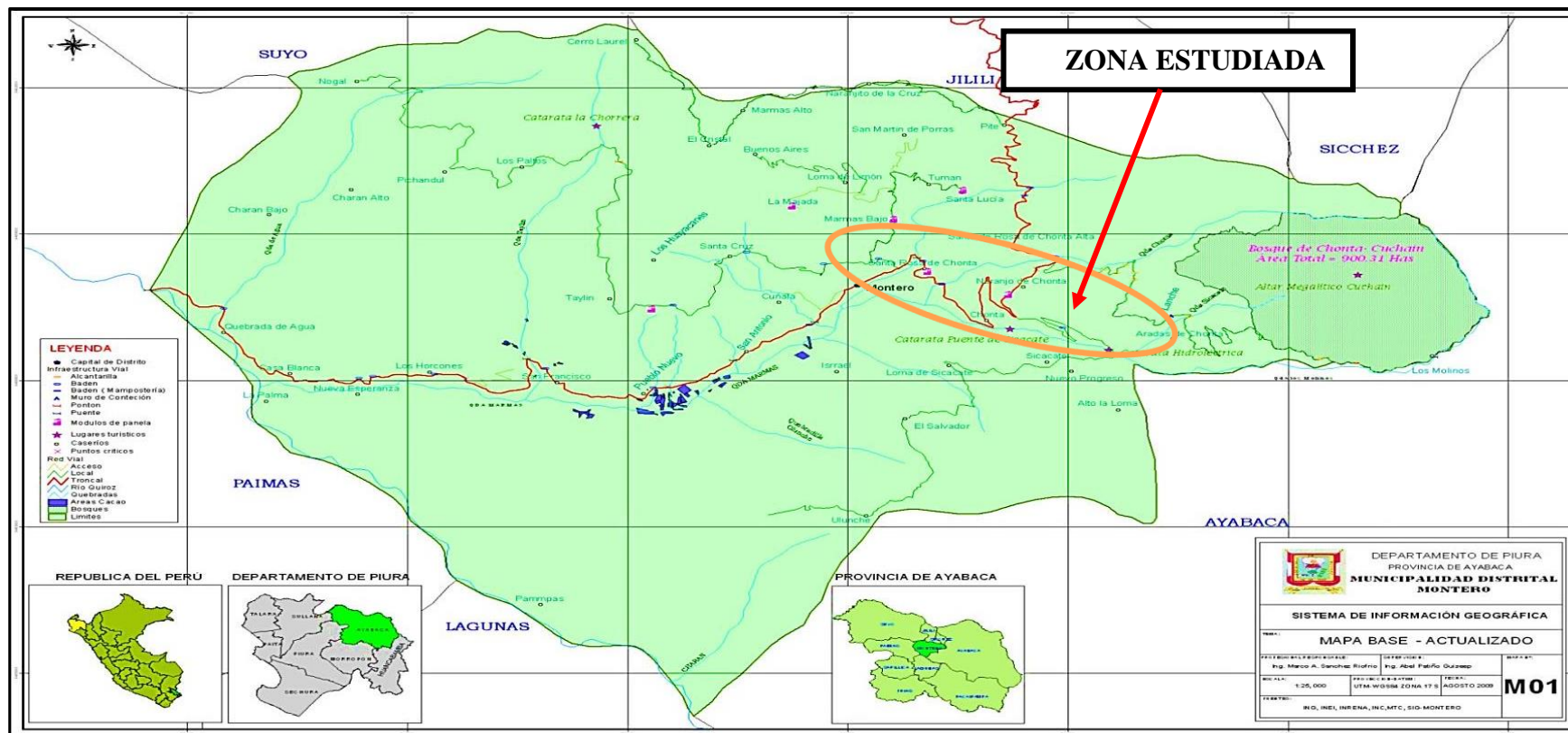
A = Arena ; A Fr. = Arena Franca ; Fr. A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr. L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr. Ar. A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr. Ar. = Franco Arcilloso ;
 Fr. Ar. L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar. A. = Arcillo Arenoso ; Ar. L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso



Av. La Molina s/n Campus UNALM - Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Fuente: Laboratorio de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes - UNALM.

Anexo 5. Mapa de ubicación de la Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca.



Fuente: Municipalidad Distrital de Montero (Sistema de Información Geográfica).

Anexo 6. Determinación de la densidad aparente del suelo: Método del terrón revestido con parafina

Perfil	Horiz.	1 Peso de terrón	2 Peso de terrón más parafina	3 Peso de vaso más agua	4 Peso de terrón más parafina más agua	5(2 - 1) Peso de parafina	6 Densidad de parafina	7(5/6) Volumen de parafina	8(4 - 3) Peso del agua desplazada	9(12 - 7) Volumen del suelo seco	10 Temp. del agua °C	11 Densidad del agua a T° °C	12(8/11) Volumen del agua desplazada	13(1/9) Densidad aparente
P 1	Ap	5,15	5,30	226,32	229,55	0,15	0,91	0,16484	3,23	3,07921	30	0,99567	3,24405	1,67
	Bi	4,90	5,20	226,15	229,38	0,30	0,91	0,32967	3,23	2,91438	30	0,99567	3,24405	1,68
	BC	5,65	5,96	225,89	229,55	0,31	0,91	0,34066	3,66	3,33526	30	0,99567	3,67592	1,69
P 2	A1	5,95	5,91	225,70	229,36	0,04	0,91	0,04396	3,66	3,71987	30	0,99567	3,67592	1,60
	Bt1	5,04	5,25	225,50	228,83	0,21	0,91	0,23077	3,33	3,11371	30	0,99567	3,34448	1,62
	BC	6,08	6,34	225,33	229,27	0,26	0,91	0,28571	3,94	3,67142	30	0,99567	3,95713	1,66
	Cr	6,68	6,89	225,08	229,30	0,21	0,91	0,23077	4,22	4,00758	30	0,99567	4,23835	1,67
P 3	Ah	7,09	7,17	224,68	228,91	0,08	0,91	0,08791	4,23	4,16048	30	0,99567	4,24840	1,70
	Bt1	6,40	7,29	224,42	229,13	0,89	0,91	0,97802	4,71	3,75246	30	0,99567	4,73048	1,71
	Bt2	6,80	7,15	224,24	228,53	0,35	0,91	0,38462	4,29	3,92404	30	0,99567	4,30866	1,73
	BC	5,90	6,40	223,84	227,77	0,50	0,91	0,54945	3,93	3,39764	30	0,99567	3,94709	1,74
	Cr	5,65	6,48	223,55	227,65	0,83	0,91	0,91209	4,10	3,20574	30	0,99567	4,11783	1,76
P 4	Ap	5,52	5,89	222,52	226,72	0,37	0,91	0,40659	4,20	3,81167	30	0,99567	4,21827	1,45
	Bt1	6,68	7,22	222,32	227,35	0,54	0,91	0,59341	5,03	4,45847	30	0,99567	5,05187	1,50
	Bt2	6,60	7,19	222,72	227,72	0,59	0,91	0,64835	5,00	4,37339	30	0,99567	5,02174	1,51
	BC	5,00	5,89	222,52	226,72	0,89	0,91	0,97802	4,20	3,24024	30	0,99567	4,21827	1,54
	Cr	6,30	7,22	222,32	227,35	0,92	0,91	1,01099	5,03	4,04089	30	0,99567	5,05187	1,56
P 5	A1	6,61	6,96	221,92	226,53	0,35	0,91	0,38462	4,61	4,24543	30	0,99567	4,63005	1,56
	Bt1	5,90	6,23	242,13	246,15	0,33	0,91	0,36264	4,02	3,67484	30	0,99567	4,03748	1,61
	Bt2	6,59	6,99	241,81	246,44	0,40	0,91	0,43956	4,63	4,21057	30	0,99567	4,65014	1,57
	BC	6,69	7,13	241,68	246,21	0,44	0,90	0,48889	4,53	4,06081	30	0,99567	4,54970	1,65

Elaboración propia

Anexo 7. Determinación de la densidad real: Método del Picnómetro en kerosene

Perfil	Horiz.	1 Masa del frasco	2 Masa del frasco más suelo	3 (2-1) Masa del suelo	4 Temp. del kerosene	5 Densidad del kerosene	6 Masa del frasco más suelo más kerosene	7 Masa del frasco más agua	8 Temp. del agua °C	9 Densidad del agua a T °C	10 ((7-1)/9) Volumen de fiola	11 ((6-2)/5) Volumen del kerosene	12 (10-11) Volumen del suelo	13 (3/12) Densidad real
P 1	Ap	38.20	50.80	12.60	29.00	0.80498	86.80	87.62	28.50	0.99611	49.61299	44.72150	4.89150	2.58
	Bi	40.40	60.10	19.70	29.00	0.80498	93.95	89.62	28.50	0.99611	49.41221	42.05063	7.36158	2.68
	BC	39.00	57.80	18.80	29.00	0.80498	92.25	88.55	28.50	0.99611	49.74350	42.79599	6.94751	2.71
P 2	A1	38.40	52.60	14.20	29.00	0.80498	88.00	87.89	28.50	0.99611	49.68327	43.97614	5.70713	2.49
	Bt1	37.90	57.20	19.30	29.00	0.80498	91.30	87.30	28.50	0.99611	49.59292	42.36120	7.23172	2.67
	BC	38.40	53.40	15.00	29.00	0.80498	88.90	87.90	28.50	0.99611	49.69331	44.10036	5.59294	2.68
	Cr	39.68	54.52	14.84	29.00	0.80498	90.10	89.20	28.50	0.99611	49.71339	44.19975	5.51364	2.69
P 3	Ah	38.80	49.20	10.40	29.00	0.80498	85.80	88.25	28.50	0.99611	49.64311	45.46686	4.17626	2.49
	Bt1	39.70	53.70	14.00	29.00	0.80498	89.75	89.37	28.50	0.99611	49.86397	44.78361	5.08036	2.76
	Bt2	38.80	55.10	16.30	29.00	0.80498	90.25	88.25	28.50	0.99611	49.64311	43.66557	5.97754	2.73
	BC	40.14	56.09	15.95	29.00	0.80498	91.40	89.64	28.50	0.99611	49.69331	43.86433	5.82897	2.74
	Cr	40.20	56.20	16.00	28.00	0.80405	91.20	89.43	29.00	0.99597	49.42920	43.52963	5.89957	2.71
P 4	Ap	35.30	46.30	11.00	28.00	0.80405	84.75	87.37	29.00	0.99597	52.28069	47.82041	4.46028	2.47
	Bt1	35.02	52.95	17.93	28.00	0.80405	90.00	87.37	29.00	0.99597	52.56182	46.07922	6.48260	2.77
	Bt2	38.76	53.77	15.01	28.00	0.80405	89.40	88.25	29.00	0.99597	49.69025	44.31316	5.37709	2.79
	BC	38.50	55.90	17.40	28.00	0.80405	90.75	87.96	29.00	0.99597	49.66013	43.34308	6.31705	2.75
	Cr	40.08	55.42	15.34	28.00	0.80405	90.80	89.54	29.00	0.99597	49.66013	44.00224	5.65789	2.71
P 5	A1	35.84	46.60	10.76	28.00	0.80405	84.80	87.37	29.00	0.99597	51.73851	47.50948	4.22902	2.54
	Bt1	39.90	56.10	16.20	28.00	0.80405	91.30	89.37	29.00	0.99597	49.67017	43.77837	5.89180	2.75
	Bt2	40.00	55.80	15.80	28.00	0.80405	91.20	89.54	29.00	0.99597	49.74045	44.02711	5.71334	2.77
	BC	39.10	56.70	17.60	28.00	0.80405	91.50	88.50	29.00	0.99597	49.59989	43.28089	6.31900	2.79

Elaboración propia

Anexo 8. Determinación de la Humedad gravimétrica.

Perfil	Horiz.	1	2	3 (1-2)	4 (3/2)*100
		Masa del suelo	Masa del suelo secada a estufa	Masa del agua	Humedad
P1	Ap	50	46,10	3,90	8,46
	Bt	50	47,10	2,90	6,16
	BC	50	47,50	2,50	5,26
	A1	50	45,00	5,00	11,11
P2	Bt ₁	50	44,50	5,50	12,36
	BC	50	43,40	6,60	15,21
	CR	50	44,00	6,00	13,64
P3	Ah	50	43,50	6,50	14,94
	Bt ₁	50	44,20	5,80	13,12
	Bt ₂	50	43,90	6,10	13,90
	BC	50	45,20	4,80	10,62
	CR	50	45,30	4,70	10,38
P4	Ap	50	46,30	3,70	7,99
	Bt ₁	50	45,60	4,40	9,65
	Bt ₂	50	45,80	4,20	9,17
	BC	50	45,40	4,60	10,13
	Rr	50	44,90	5,10	11,36
P5	A1	50	43,90	6,10	13,90
	Bt ₁	50	44,60	5,40	12,11
	Bt ₂	50	43,30	6,70	15,47
	BC	50	43,70	6,30	14,42

Elaboración propia

Anexo 9. Interpretación de la reacción del suelo (pH)

Clasificación del suelo	Rango (pH)
Fuertemente ácido	< 5.5
Moderadamente ácido	5.6 – 6.0
Ligeramente ácido	6.1 – 6.5
Neutra	6.6 – 7.0
Ligeramente alcalino	7.1 – 7.8
Moderadamente alcalino	7.9 – 8.4
Fuertemente alcalina	> 8.5

Fuente: laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes. UNALM -Lima

Anexo 10. Interpretación de la salinidad del suelo (CE)

Clasificación del suelo	CE(dS.m ⁻¹)
Muy ligeramente salino	< 2
Ligeramente salino	2 – 4
Moderadamente salino	4 – 8
Fuertemente salino	> 8

Fuente: laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes. UNALM -Lima

Anexo 11. Interpretación del nivel de calcáreo total (CaCO₃)

Nivel	%
Bajo	< 1
Medio	1 – 5
Alto	5 – 15

Fuente: laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes. UNALM -Lima

Anexo 12. Interpretación del contenido de materia orgánica

Nivel	%
Bajo	< 2
Medio	2 – 4
Alto	> 4

Fuente: laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes. UNALM -Lima

Anexo 13. Interpretación del contenido de nitrógeno total

Nivel	%
Bajo	0 - 0.1
Medio	0.1 – 0.2
Alto	> 0.2

Fuente: laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes. UNALM -Lima

Anexo 14. Interpretación del contenido de fósforo disponible

Clasificación	P (ppm)
Bajo	0 – 6
Medio	7 – 14
Alto	> 14

Fuente: laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes. UNALM -Lima

Anexo 15. Interpretación del contenido de potasio disponible

Clasificación	K (ppm)
Bajo	< 100
Medio	100 – 240
Alto	> 240

Fuente: laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes. UNALM -Lima

Anexo 16. Interpretación de la capacidad de intercambio catiónico

Nivel	Cmol_c.Kg⁻¹
Bajo	6 – 12
Medio	12– 20
Alto	>20

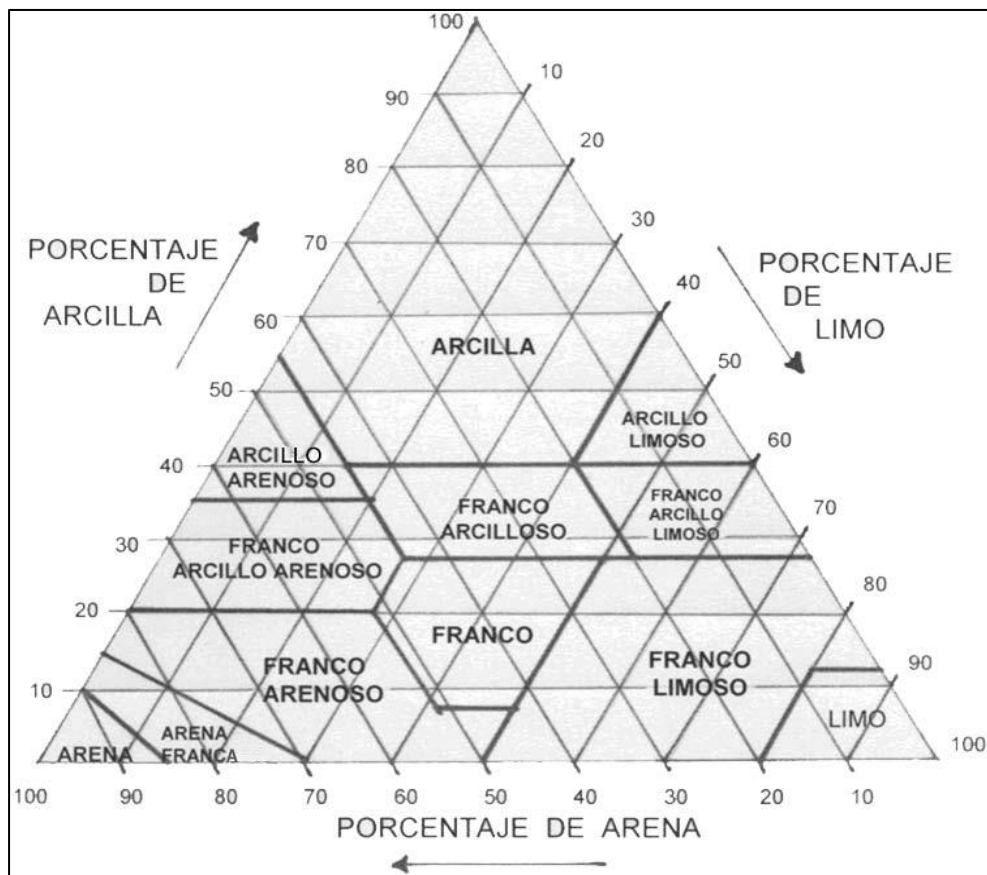
Fuente: laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes. UNALM -Lima

Anexo 17. Tabla de interpretación del porcentaje de saturación de bases

Nivel	Suma de cationes	Acetato de amonio
Bajo	Menor de 35	Menor de 50
Alto	Mayor de 35	Mayor de 50

Fuente: LASPAF – UNALM

Anexo 18. Triángulo textural para la correlación del análisis granulométrico



Fuente: Soil Survey Staff, 2010

Anexo 19. Tabla de interpretación de la textura

Términos generales		Clase textural
Suelos	Textura	
Arenosos	Gruesa	Arena, Arena franca
	Moderadamente gruesa	Franco arenoso
Francos	Media	Franco, Franco limoso, Limoso
	Fina	Franco arcilloso, Franco arcillo arenoso, Franco arcillo limoso, Arcillo arenoso, Arcillo limoso
Arcillosos	Muy fina	Arcilloso

Fuente: laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes. UNALM -Lima

Anexo 20. Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables e Indicadores
Problema general	Objetivo general	Hipótesis General	Variable Independiente: 1.Cambio climático
¿En qué medida el cambio climático afecta la diversidad de especies vegetales y la productividad de suelos en la microcuenca los Molinos, Montero– Ayabaca?	Determinar en qué medida el cambio climático afecta la diversidad de especies vegetales y la productividad de suelos en la microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca.	El cambio climático impacta en la microcuenca Los Molinos - Montero – Ayabaca en la medida que reduce la diversidad de las especies vegetales y disminuye la productividad de los suelos.	1.1 Dimensión: Parámetros meteorológicos: 1.1.1 Indicadores: -Temperatura -Precipitación -Humedad relativa -Horas de sol 1.2 Dimensión: Cambio de uso de la tierra: 1.2.1 Indicadores: -Sistemas explotación -Sobrepastoreo -Deforestación
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variable dependiente: 1 Diversidad de especies vegetales: 1.1 Dimensión Especies vegetales: 1.1.1 Indicadores -Población por especies vegetales -Distribución según sean (herbáceas, arbustivas o arbustos). Variable dependiente
¿En qué medida los parámetros meteorológicos relacionados con el cambio climático afectan la diversidad de especies vegetales?	Evaluar en qué medida los parámetros meteorológicos del cambio climático afectan la diversidad de especies vegetales.	Los parámetros meteorológicos del cambio climático alteran la diversidad de especies vegetales en la medida que éstas sufren desplazamiento y/o extinción.	
¿En qué grado los parámetros meteorológicos relacionados con el cambio climático afectan la productividad de los suelos?	Determinar en qué grado los parámetros meteorológicos del cambio climático afectan la productividad de los suelos.	Los parámetros meteorológicos del cambio climático disminuyen la productividad de los suelos en la medida que los factores de la productividad (materia orgánica, la textura del suelo, la estructura, la profundidad, el contenido de nutrientes, etc.) varían.	
¿Con qué intensidad el cambio de uso de la tierra afecta la diversidad de especies vegetales?	Establecer en qué medida el cambio de uso de la tierra afecta la diversidad de especies vegetales.	El cambio de uso de la tierra altera la diversidad de especies vegetales en la medida que éstas sufren desplazamiento y/o extinción.	2.Productividad de suelos: 2.1 Dimensión: Características físico-químicas del suelo.
¿En qué medida el cambio de uso de la tierra afecta la productividad de los suelos?	Evaluar el efecto del cambio de uso de la tierra sobre la productividad de los suelos.	El cambio de uso de la tierra disminuye la productividad de los suelos en la medida que los factores de la productividad (materia orgánica, la textura del suelo, la estructura, la profundidad, el contenido de nutrientes, etc.) varían.	2.1.1 Indicadores Clase textural, densidad, pH, materia orgánica, calcáreo, N, P, K, CIC.

Anexo 21: Guía de entrevista para agricultores de la microcuenca Los Molinos, Montero–Ayabaca.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA CAMBIO CLIMATICO Y SU EFECTO EN LA DIVERSIDAD DE ESPECIES VEGETALES Y LA FERTILIDAD DE SUELOS EN LA CUENCA LOS MOLINOS MONTERO – AYABACA.
<div style="text-align: right;">ENCUESTANº _____</div> <div> Nombre del caserío: _____ Nombre del entrevistado: _____ Lugar, fecha y dirección : _____ </div>
<p>INSTRUCCIONES: Lea cuidadosamente las preguntas y por favor responda en forma precisa y completa. Esta entrevista tiene como propósito determinar los efectos del cambio climático en la diversidad de especies vegetales y fertilidad de los suelos.</p>
<ol style="list-style-type: none"> 1) ¿Cree que los cambios en el clima están afectando el desplazamiento de las especies vegetales? <input type="checkbox"/> a) si b) no c) puede ser d) no lo sé e) no opina 2) ¿Mencione el nombre de los vegetales que están desapareciendo en los últimos años? <input type="checkbox"/> a) b) c) d) e) 3) ¿La producción comparada con años anteriores: a) se ha incrementado b) se mantiene igual c) ha disminuido 4) Si la producción ha disminuido, usted cree que se deba a: a) temperatura: b) lluvias: c) empobrecimiento de suelos d) otros (mencione).... Alta.... Mucha.... Baja... Poca..... 5) ¿Las plagas (insectos y enfermedades) comparado con años anteriores: a) se ha incrementado b) se mantiene igual c) ha disminuido 6) Pastorea sus animales? a) si b) no c) a veces d) no tengo animales 7) ¿Que hace con los residuos de las cosechas? a) los quema b) los entierra c) prepara compost d) los deja a la intemperie 8) Tiene conocimiento sobre el cambio climático? a) si b) no c) un poco

- 9) Ha asistido a algún evento o capacitación sobre cambio climático o cuidado del medio ambiente?
a) si b) no
- 10) Le gustaría saber más sobre el cambio climático?
a) si b) no c) de repente
- 11) Estaría dispuesto a integrar una organización que tenga que ver con el cuidado del medio ambiente?
a) si b) no c) tal vez
- 12) Que fuente de energía utiliza para preparar sus alimentos
a) Leña b) kerosene c) gas d) otros, especifique.....
- 13) Cuando tala un árbol, siembra otro?
a) si b) no c) a veces
- 14) Cree que sus tierras, respecto a años anteriores son más productivas?
a) si b) no
- 15) Qué clase de abonos emplea en sus cultivos:
a) Orgánicos b) minerales (sintéticos) c) no abono c) incorporo restos de cosecha.
- 16) Qué clase de riego utiliza en sus parcelas?
a) gravedad b) tecnificado c) no aplica riego
- 17) Realiza prácticas de conservación de suelos?
a) si b) no c) en algunos años d) no sé qué es eso

Anexo 22: Guía de entrevista a expertos

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA	
CAMBIO CLIMATICO Y SU EFECTO EN LA DIVERSIDAD DE ESPECIES VEGETALES Y LA FERTILIDAD DE SUELOS EN LA CUENCA LOS MOLINOS - MONTERO – AYABACA	
CUESTIONARIO DE ENTREVISTA N° _____	
Nombre del entrevistado : _____	
Institución: _____	
Lugar, fecha y dirección : _____	
INSTRUCCIONES: Lea cuidadosamente las preguntas y por favor responda en forma precisa y completa. Esta entrevista tiene como propósito determinar los efectos del cambio climático en la diversidad de especies vegetales y fertilidad de los suelos.	
1)	Como cree que influye la temperatura, como parámetro meteorológico del cambio climático, sobre: <ul style="list-style-type: none">• La población por especies vegetales:• Distribución y variabilidad de especies vegetales:• Características físicas y químicas del suelo:
2)	De qué manera influye la precipitación, como factor meteorológico del cambio climático, sobre: <ul style="list-style-type: none">• La población por especies vegetales:• Distribución y variabilidad de especies vegetales:• Características físicas y químicas del suelo:
3)	Como influyen los sistemas de explotación sobre: <ul style="list-style-type: none">• La población por especies vegetales:• Distribución y variabilidad de especies vegetales:• Características físicas y químicas del suelo:
4)	Cuál es la influencia del sobre pastoreo sobre: <ul style="list-style-type: none">• La población por especies vegetales:• Distribución y variabilidad de especies vegetales:• Características físicas y químicas del suelo.
5)	Como influye la deforestación sobre: <ul style="list-style-type: none">• La población por especies vegetales:• Distribución y variabilidad de especies vegetales:• Características físicas y químicas del suelo.

Anexo 23. Datos meteorológicos de la Estación Experiemental Ayabaca.

ESTACIÓN: AYABACA

LAT: 04° 37' 57" LONG: 79° 42' 49" ALT: 2,700 M.S.N.M.

TEMPERATURA **PROMEDIO** MENSUAL HORARIA (GRADOS CENTIGRADOS)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MAX	MED	MIN
1973	13,6	13,3	13,4	13,1	13,2	13,0	13,0	13,2	13,3	13,1	13,0	12,0	13,9	13,1	12,0
1974	12,0	11,4	11,6	12,7	12,9	13,0	11,4	13,5	13,1	14,4	13,0	12,4	14,6	12,6	11,3
1975	12,5	11,9	12,9	12,9	12,7	12,4	12,1	12,6	12,8	12,5	12,3	12,2	13,2	12,2	11,3
1976	11,9	11,8	12,7	12,8	13,3	13,1	13,0	13,4	14,0	13,5	13,4	13,4	14,3	13,0	11,7
1977	12,6	13,1	13,6	12,9	13,0	12,9	13,6	13,6	14,0	14,2	14,2	14,1	14,5	13,5	12,5
1978	13,4	14,3	13,1	13,3	13,3	12,9	12,8	13,1	13,7	13,9	14,2	13,7	14,7	13,5	13,2
1979	13,0	13,3	13,0	13,4	13,5	13,3	13,7	14,0	13,9	14,4	14,4	13,7	14,9	13,6	12,4
1980	14,1	12,7	13,5	13,6	13,8	14,1	13,9	14,1	14,5	13,9	13,2	13,1	14,8	13,7	12,4
1981	12,5	12,9	13,2	13,5	13,7	13,6	13,3	14,0	14,4	13,7	13,6	13,5	14,9	13,0	12,4
1982	12,6	13,0	13,1	13,4	13,4	9,3	13,7	14,2	14,2	13,7	13,8	13,5	14,7	13,6	12,6
1983	14,2	14,2	14,4	14,3	14,4	14,1	14,2	14,4	14,0	13,6	14,0	12,8	15,0	14,0	13,3
1984	12,2	12,6	12,9	12,9	13,1	13,1	12,5	13,6	13,4	13,2	12,8	13,4	14,1	13,0	11,8
1985	11,6	12,8	13,1	13,0	13,4	13,6	13,2	13,4	13,9	13,9	13,6	13,2	14,2	13,2	11,5
1986	12,9	12,2	12,8	13,3	13,8	13,2	13,9	14,3	14,4	14,1	14,1	13,9	14,7	13,5	11,9
1987	13,7	14,4	13,8	14,1	14,1	15,0	14,6	14,7	15,1	14,7	14,6	14,9	15,4	14,5	13,5
1988	13,8	13,6	13,3	13,6	14,0	13,5	13,1	14,0	14,4	13,7	13,3	12,8	14,9	13,5	12,4
1989	12,7	12,6	12,3	13,6	13,6	13,6	13,4	14,1	14,1	13,7	14,1	13,8	14,6	13,5	12,1
1990	13,9	13,3	13,9	13,8	14,0	14,1	13,7	14,0	14,7	14,3	14,3	13,7	15,0	14,0	12,8
1991	13,8	13,8	13,7	13,5	14,3	14,6	14,0	13,8	14,6	13,9	14,3	14,1	14,9	14,0	13,1
1992	14,0	13,7	14,3	14,0	14,0	14,2	13,5	14,1	13,7	14,2	13,7	13,8	15,1	14,0	10,4
1993	13,5	12,9	13,2	13,9	13,6	14,0	0,0	4,4	4,8	13,7	13,5	13,4	14,4	13,5	12,4
1994	12,7	13,1	13,2	13,7	14,0	13,5	13,6	13,4	14,1	14,2	13,9	13,8	14,9	13,7	12,2
1995	13,4	12,9	13,5	13,8	13,6	13,9	13,8	14,1	14,1	13,9	13,4	12,9	14,7	13,6	12,7
1996	12,1	12,6	12,4	13,0	13,9	13,4	13,1	13,4	13,6	12,4	12,4	13,1	14,6	12,9	11,4
1997	11,8	13,0	13,8	13,8	14,7	13,8	14,2	14,1	14,6	14,7	14,2	14,3	15,2	13,9	11,3
1998	14,6	14,9	14,9	14,8	14,4	13,2	13,6	13,9	13,8	13,9	13,0	12,8	15,1	14,0	11,3
1999	17,0	15,7	16,5	16,8	16,8	17,3	17,4	18,4	17,6	17,9	18,2	15,2	15,2	17,0	18,8
2000	16,0	15,4	15,9	16,5	17,0	17,4	17,9	18,6	17,9	19,2	19,2	17,6	19,2	17,3	15,4
2001	15,9	16,4	16,9	17,1	17,4	17,3	18,0	19,2	18,9	20,0	18,1	17,7	20,0	18,0	15,9
2002	17,2	16,4	17,2	16,4	17,7	17,8	18,1	19,0	19,5	18,7	17,6	17,3	19,5	18,0	16,4
2003	17,1	17,0	16,6	17,2	17,6	17,5	18,1	19,4	19,5	19,0	18,9	17,5	19,5	18,1	16,6
2004	17,3	17,0	17,5	17,2	17,9	17,7	17,9	19,0	18,5	18,0	17,9	17,5	19,0	18,1	17,2
2005	17,3	16,5	16,7	17,9	18,1	18,6	19,0	19,5	19,8	18,4	18,4	16,9	19,8	18,2	16,5
2006	16,7	16,3	16,8	17,2	18,2	17,6	18,6	19,5	19,6	19,7	18,4	17,3	19,7	18,0	16,3
2007	17,8	17,1	17,1	17,3	17,5	17,5	18,4	18,6	19,4	18,0	17,4	16,5	19,4	18,0	16,5
2008	15,8	15,4	16,1	15,9	16,6	17,2	17,2	18,1	18,7	17,8	17,1	17,1	18,8	17,1	15,4
2009	15,9	16,1	16,7	17,2	17,9	18,0	18,5	19,0	20,0	19,8	19,3	18,3	20,0	18,0	15,9
2010	17,7	17,9	18,2	18,2	18,0	17,8	18,3	19,1	18,8	19,1	17,6	16,3	19,1	17,7	16,3
2011	16,4	16,1	16,7	16,6	18,1	18,3	17,7	19,5	19,4	17,8	18,1	16,9	19,5	17,8	16,1
2012	15,9	16,2	18,2	17,4	17,6	18,2	18,9	19,1	20,0	18,5	17,8	17,9	20,0	18,0	15,9
2013	17,6	16,8	17,7	18,9	18,1	18,7	18,4	19,4	20,2	18,8	19,5	18,7	20,2	18,9	17,6
2014	17,4	17,3	16,9	18,7	17,9	18,4	19,3	19,1	19,9	19,1	18,7	18,9	19,9	18,6	17,3
2015	18,4	0,0	17,5	18,2	18,5	18,4	19,3	20,6	21,1	20,0	19,7	0,0	20,6	19,1	17,5

ESTACIÓN: AYABACA

LAT: 04° 37' 57" LONG: 79° 42' 49" ALT: 2,700 M.S.N.M.

PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL: mm

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL	PROM
1973	154,5	262,4	321,1	329,9	121,6	55,2	11,4	15,6	54,2	15,6	20,2	103,8	1465,5	122,1
1974	105,4	281,6	162,5	121,8	49,3	79,5	8,7	21,5	31,2	68,4	31,6	26,5	988,0	82,3
1975	84,3	383,2	462,3	207,4	208,8	65,6	35,1	62,1	5,7	108,1	16,3	12,8	1651,7	137,6
1976	266,8	335,5	388,2	241,6	63,1	4,4	0,2	2,8	7,6	1,6	10,9	92,5	1415,2	117,9
1977	271,0	283,6	195,9	242,3	36,7	63,8	0,0	1,7	29,4	20,9	15,3	21,8	1182,4	98,5
1978	31,5	121,4	101,4	116,6	89,8	1,6	15,3	0,8	9,1	8,3	7,9	15,8	519,5	43,3
1979	141,7	225,2	422,5	217,8	71,9	4,9	1,3	44,2	28,0	0,8	0,3	4,6	1163,2	96,9
1980	72,3	91,6	110,9	215,6	92,2	0,7	2,5	4,2	1,5	86,7	93,8	81,4	853,4	71,1
1981	62,0	269,1	330,0	149,5	50,5	21,9	8,1	12,0	0,0	32,3	35,3	114,5	1085,2	90,4
1982	130,3	153,3	41,1	137,8	105,3	5,0	5,3	0,0	10,6	139,4	119,8	413,3	1261,2	165,1
1983	502,0	160,3	526,0	340,5	354,3	71,5	22,3	1,2	54,9	99,5	68,6	256,0	2457,1	204,8
1984	139,3	517,4	396,8	296,4	102,9	53,9	36,6	8,1	29,6	114,4	50,5	62,0	1807,9	150,7
1985	104,7	63,3	117,2	51,2	95,3	2,1	0,0	16,4	3,8	29,2	11,3	104,6	599,1	49,9
1986	217,3	180,7	57,0	279,4	62,8	0,0	0,0	19,7	10,3	28,9	52,2	171,5	1079,8	90,0
1987	253,3	181,4	234,2	242,7	53,2	0,0	29,9	8,2	9,1	32,0	49,0	18,4	1111,4	92,6
1988	278,6	285,2	39,5	198,0	139,4	5,6	1,8	4,7	6,6	28,4	81,8	40,7	1110,3	92,5
1989	399,0	285,8	357,1	331,1	36,3	17,8	1,2	13,9	49,5	152,7	1,5	3,7	1649,6	137,5
1990	44,4	137,8	189,6	314,3	153,5	30,1	18,5	0,0	2,2	19,1	78,4	84,2	1072,1	89,3
1991	42,9	225,6	407,4	111,4	39,1	13,6	1,4	1,1	3,0	33,4	25,8	72,9	977,6	81,5
1992	51,7	162,1	212,3	313,1	117,6	16,9	0,4	49,1	81,7	37,0	24,3	62,9	1129,1	94,1
1993	822,9	539,0	403,5	363,2	82,6	2,9	0,0	0,0	0,0	67,9	58,9	261,8	2602,7	289,2
1994	394,3	351,6	364,5	341,9	68,6	12,4	0,7	1,1	30,2	1,1	55,3	99,4	1721,1	143,4
1995	45,6	205,3	197,3	203,5	52,7	2,6	7,5	2,1	2,0	19,1	83,6	138,4	959,7	80,0
1996	172,2	198,9	205,9	82,8	20,6	19,6	0,0	0,3	4,1	44,6	1,7	26,0	776,7	64,7
1997	60,4	166,0	206,8	195,9	6,0	4,3	0,0	0,0	127,9	56,8	130,0	272,6	1226,7	102,2
1998	1103,0	412,8	454,4	417,1	233,0	18,8	0,5	13,3	59,7	82,6	95,3	30,3	2920,8	243,4
1999	146,3	685,1	579,3	174,6	207,2	103,7	2,0	0,2	41,4	22,9	10,2	130,1	2103,0	175,3
2000	104,4	327,9	407,5	368,9	157,4	37,1	2,1	0,0	76,6	0,6	12,1	104,8	1599,4	133,3
2001	287,7	247,3	478,3	132,5	86,9	9,6	10,5	0,5	6,9	16,8	91,6	83,9	1452,5	121,0
2002	68,0	287,2	432,3	306,6	133,7	0,5	17,0	0,2	1,5	71,1	107,2	178,8	1604,1	133,7
2003	67,4	150,3	344,2	194,2	90,8	41,7	9,6	0,1	2,3	39,3	29,6	73,8	1043,3	86,9
2004	131,4	124,9	116,9	141,5	72,5	5,8	12,3	0,0	47,7	32,0	57,4	89,2	831,6	69,3
2005	96,4	185,9	501,4	109,2	53,6	19,7	1,1	0,0	4,3	43,2	24,6	161,0	1200,4	100,0
2006	190,9	379,2	453,8	196,8	15,1	69,0	9,0	0,0	20,5	13,1	98,1	218,4	1663,9	138,7
2007	152,9	76,2	430,1	214,6	87,6	3,4	11,6	1,5	4,1	20,5	84,6	56,8	1143,9	95,3
2008	201,8	473,3	333,4	417,0	85,8	16,2	0,6	17,7	20,7	129,0	75,7	22,1	1793,3	149,4
2009	495,1	303,2	385,2	206,4	167,0	17,9	6,8	4,5	1,8	3,7	62,2	85,4	1739,2	144,9
2010	130,6	343,5	255,4	163,0	81,0	30,7	11,0	15,0	6,3	23,9	37,1	116,2	1213,7	101,1
2011	127,0	292,5	120,8	423,6	33,1	11,3	22,1	0,7	12,8	65,2	70,0	103,8	1282,9	106,9
2012	465,5	508,7	388,8	193,0	62,2	8,7	0,0	0,0	0,8	51,7	129,8	38,4	1847,6	154,0
2013	108,9	225,8	259,7	110,6	213,9	7,7	38,6	16,4	1,7	77,3	7,1	63,6	1131,3	94,3
2014	87,7	246,8	307,0	74,8	208,2	61,1	4,5	0,0	29,2	71,0	37,7	50,2	1178,2	98,2
2015	193,2	0,0	506,5	164,1	93,6	3,0	2,8	0,0	0,0	88,1	130,9	0,0	1182,2	98,5

ESTACIÓN: AYABACA

LAT: 04° 37' 57" LONG: 79° 42' 49" ALT: 2,700 M.S.N.M.

HUMEDAD RELATIVA MEDIA MENSUAL (HORARIA)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MAX	MED	MIN
1973	87	90	89	0	87	83	78	0	79	82	85	82	90	84	78
1974	91	96	93	89	84	87	70	72	75	84	87	88	96	85	70
1975	86	95	89	90	88	81	77	78	76	85	82	81	95	84	76
1976	93	94	92	87	80	74	60	68	72	72	81	85	94	80	60
1977	91	92	90	89	80	77	69	69	72	81	73	83	92	81	69
1978	84	87	89	88	79	72	74	81	74	68	79	86	89	78	61
1979	91	90	92	85	84	69	68	71	76	70	65	73	92	78	65
1980	83	92	83	83	80	68	70	64	70	82	84	89	92	79	64
1981	91	92	89	90	83	78	66	70	65	82	79	88	92	81	65
1982	90	90	90	83	85	72	67	63	76	84	87	91	91	82	63
1983	89	87	89	90	87	76	70	68	75	86	84	90	90	83	68
1984	89	92	92	90	86	80	76	71	77	84	73	89	92	83	71
1985	94	84	88	86	81	90	68	70	74	75	71	88	94	81	68
1986	91	93	88	91	84	75	69	73	72	78	79	84	93	81	69
1987	88	83	86	84	79	68	74	73	72	81	81	81	88	79	68
1988	90	92	86	89	85	75	71	62	75	73	88	88	92	81	62
1989	93	93	91	88	80	79	76	70	76	84	74	83	93	82	70
1990	87	92	86	90	81	78	77	78	81	90	87	80	92	84	77
1991	87	89	93	87	84	77	66	65	70	74	80	89	93	80	65
1992	87	90	87	88	86	74	64	67	78	81	83	86	90	81	64
1993	88	92	87	88	85	68	0	0	0	86	84	0	92	85	68
1994	95	93	90	93	88	77	73	72	75	76	81	88	95	83	72
1995	85	89	88	82	82	79	78	75	76	79	84	85	89	82	76
1996	90	88	91	89	84	77	66	70	73	83	74	84	91	81	66
1997	89	85	88	61	83	81	70	64	0	80	90	86	90	82	64
1998	87	86	89	92	80	75	71	73	0	80	84	80	92	82	71
1999	88	93	90	89	86	88	72	73	85	0	0	0	93	82,5	72
2000	89	90	92	90	87	83	74	71	85	0	0	0	92	81,5	71
2001	89	83	88	85	85	74	77	66	0	0	0	0	89	81,5	74
2002	84	89	88	90	81	0	73	0	0	0	0	86	90	81,5	73
2003	89	87	86	87	84	80	71	64	0	0	0	86	89	76,5	64
2004	86	86	86	86	82	0	73	57	0	0	0	86	86	71,5	57
2005	83	91	92	84	82	0	68	66	68	0	78	0	92	79	66
2006	89	92	89	85	81	81	0	0	0	0	82	87	92	87	82
2007	88	88	88	88	87	79	74	74	72	82	0	87	88	80	72
2008	90	91	91	92	88	81	78	77	75	83	0	86	92	83,5	75
2009	92	90	89	88	83	82	0	83	79	84	84	89	92	85,5	79
2010	88	88	89	88	90	87	86	79	85	84	0	94	90	87	84
2011	95	94	91	95	87	86	83	80	83	85	0	93	95	87,5	80
2012	97	96	91	93	87	81	75	72	71	0	0	86	97	84	71
2013	91	92	92	87	91	83	78	79	0	85	0	0	92	88,5	85
2014	88	89	89	84	87	81	74	73	77	80	84	0	89	81	73
2015	84	0	89	85	84	74	70	61	64	73	76	0	89	75	61

ESTACIÓN: AYABACA
LAT: 04° 37' 57" LONG: 79° 42' 49" ALT: 2,700 M.S.N.M.
HORAS DE SOL MEDIA MENSUAL (HORAS)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MAX	MED	MIN
1971	3,1	2,4	1,8	4,0	2,4	0,8	3,1	6,5	4,3	4,4	4,3	5,1	6,5	3,5	0,8
1972	4,9	4,7	2,7	5,0	6,2	7,9	8,1	8,6	7,6	6,3	5,0	6,2	8,5	6,1	2,7
1973	5,2	5,3	3,8	3,8	5,3	6,3	7,2	7,0	6,4	6,4	5,2	3,8	7,2	5,5	3,8
1974	4,4	1,7	3,1	6,0	6,7	5,1	7,7	8,6	5,5	4,9	4,0	4,2	8,6	5,2	1,7
1975	4,4	2,0	4,0	4,4	4,6	5,9	7,3	6,4	5,9	4,8	5,2	6,0	7,2	5,1	2,0
1976	3,1	2,8	3,8	5,3	8,2	7,0	9,9	8,0	7,7	5,9	5,5	5,5	9,9	5,9	2,8
1977	4,4	4,4	5,6	5,1	6,8	7,3	8,8	7,6	7,5	6,6	6,6	5,6	8,8	8,4	4,4
1978	6,0	5,2	4,5	4,1	5,8	8,6	7,5	9,3	5,5	7,4	6,5	4,1	9,3	6,2	4,1
1979	4,4	4,3	3,5	4,4	6,6	8,0	9,5	7,9	7,3	8,3	7,5	6,8	9,5	6,5	3,5
1980	5,2	3,0	5,1	5,8	7,1	8,9	8,8	8,4	8,2	4,9	5,6	5,7	8,9	6,3	3,0
1981	4,4	3,5	3,1	4,8	7,1	7,9	8,2	8,1	8,7	5,8	5,7	4,2	8,7	6,0	3,1
1982	4,0	4,4	4,1	5,4	5,1	8,8	8,9	9,6	6,6	4,8	6,4	3,9	9,6	6,0	3,9
1983	4,2	4,9	3,8	3,3	4,7	8,0	9,0	8,5	6,0	4,4	6,6	3,8	9,0	5,6	3,3
1984	5,7	2,8	3,3	3,8	4,7	5,9	7,1	9,1	6,8	5,1	5,8	5,7	9,1	5,5	2,8
1985	2,9	6,2	5,1	5,2	5,8	9,3	9,3	6,9	7,2	6,5	7,8	4,6	9,3	6,4	2,9
1986	3,6	2,4	4,6	3,5	6,6	9,4	9,8	8,1	7,4	6,0	6,1	5,7	9,8	6,1	2,4
1987	5,2	6,6	4,9	4,7	6,9	10,1	7,2	8,3	7,4	6,8	6,6	6,8	10,1	6,7	4,7
1988	3,0	3,5	4,9	3,8	4,9	8,8	8,4	7,1	6,0	4,8	3,7	4,3	8,8	5,3	3,0
1989	2,9	2,6	1,9	5,4	6,7	5,3	8,2	7,3	6,6	4,9	8,4	6,5	8,4	5,6	1,9
1990	4,6	2,1	4,9	3,0	5,4	7,6	8,7	10,0	8,3	5,5	5,5	5,8	10,0	6,0	2,1
1991	5,8	3,5	2,1	5,9	5,8	8,6	8,7	7,4	7,3	5,9	5,0	3,5	8,7	5,8	2,1
1992	3,7	2,6	4,4	4,0	4,4	8,3	9,2	9,4	5,8	7,0	5,7	5,6	9,4	5,8	2,6
1993	5,0	2,8	3,0	3,3	5,4	8,8	0,0	0,0	0,0	4,8	4,9	3,0	8,8	4,6	2,8
1994	2,8	3,8	3,5	4,2	6,4	7,5	8,6	7,6	7,1	7,4	4,8	3,5	8,6	5,6	2,8
1995	4,4	3,0	4,2	2,6	4,2	7,7	7,6	8,9	7,7	5,2	4,2	3,0	8,9	5,2	2,6
1996	2,4	3,1	3,7	5,4	7,0	8,2	9,8	7,7	8,2	6,4	8,6	5,5	9,8	6,3	2,4
1997	0,0	4,1	0,0	4,8	8,4	7,9	10,1	0,0	0,0	5,4	4,2	5,8	10,1	6,3	4,1
1998	6,6	4,0	4,7	3,9	5,9	7,9	6,5	5,9	0,0	4,3	5,3	7,1	7,9	5,6	3,9
1999	5,3	1,6	3,1	3,2	6,3	6,4	11,1	10,9	5,2	7,1	6,6	1,8	11,1	6,35	1,6
2000	5,7	2,5	2,7	3,5	5,6	9,0	10,4	9,0	6,2	10,0	9,3	5,2	10,4	6,45	2,5
2001	4,2	5,3	4,9	7,1	7,1	8,7	9,5	12,0	9,0	9,5	5,6	5,9	12,0	8,1	4,2
2002	7,2	4,4	6,0	4,4	8,3	10,1	10,5	12,9	10,5	7,2	7,0	6,6	12,9	8,65	4,4
2003	6,7	6,3	5,1	7,5	9,1	7,5	10,4	12,2	9,7	8,2	6,3	4,5	12,2	8,35	4,5
2004	7,1	5,2	5,7	6,4	8,1	10,2	8,9	11,5	8,1	5,9	6,5	6,7	11,5	8,35	5,2
2005	7,4	4,0	3,2	7,1	9,3	9,6	12,2	0,0	10,5	5,9	7,8	4,9	12,2	7,7	3,2
2006	6,8	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,8	5,15	3,5
2007	3,0	3,5	4,9	3,8	4,9	8,8	8,4	7,1	6,0	4,8	3,7	4,3	8,8	5,3	3,0
2008	2,9	2,6	1,9	5,4	6,7	5,3	8,2	7,3	6,6	4,9	8,4	6,5	8,4	5,6	1,9
2009	4,6	2,1	4,9	3,0	5,4	7,6	8,7	10,0	8,3	5,5	5,5	5,8	10,0	6,0	2,1
2010	5,8	3,5	2,1	5,9	5,8	8,6	8,7	7,4	7,3	5,9	5,0	3,5	8,7	5,8	2,1
2011	3,7	2,6	4,4	4,0	4,4	8,3	9,2	9,4	5,8	7,0	5,7	5,6	9,4	5,8	2,6
2012	5,0	2,8	3,0	3,3	5,4	8,8	0,0	0,0	0,0	4,8	4,9	3,0	8,8	4,6	2,8
2013	2,8	3,8	3,5	4,2	6,4	7,5	8,6	7,6	7,1	7,4	4,8	3,5	8,6	5,6	2,8
2014	4,4	3,0	4,2	2,6	4,2	7,7	7,6	8,9	7,7	5,2	4,2	3,0	8,9	5,2	2,6
2015	2,4	3,1	3,7	5,4	7,0	8,2	9,8	7,7	8,2	6,4	8,6	5,5	9,8	6,3	2,4

Anexo 24. Perfil de expertos que participaron en las entrevistas

Dr. Mariano Merino Calero.

Ingeniero agrónomo, egresado de la Universidad Nacional de Cajamarca, con estudios de Maestría en la Universidad Nacional Agraria La Molina y Doctorado en Agronomía: Suelos y Nutrición de plantas, en la Universidad de São Paulo – Brasil; abogado en Derecho y Civil y Comercial y estudios de maestría en la misma especialidad. Docente universitario con categoría principal a dedicación exclusiva, adscrito al departamento de Suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Piura. Durante 40 años ha realizado trabajos de investigación en fertilidad, nutrición y taxonomía de suelos en Piura, Ayabaca, Huancabamba y Brasil; cuenta con publicaciones en revistas científicas de la ciencia del suelo, con artículos sobre morfología, taxonomía y nutrición del suelo.

Dr. César Delgadillo Fukusaki.

Ingeniero agrónomo, egresado de la Universidad Nacional Agraria La Molina, con estudios de Maestría en la Universidad Nacional Agraria La Molina y Doctorado en la Universidad de George Augustzu Goettingen - Alemania. Docente universitario categoría principal, adscrito al departamento Académico de Suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Piura. Hace 40 años, realiza trabajos de investigación en física del suelo, manejo de suelos y estudios de impacto ambiental en Piura, Ayabaca y Huancabamba, con publicaciones en revistas científicas de la ciencia del suelo.

Ing. José Remigio Arguello MSc.

Ingeniero agrónomo, egresado de la Universidad Nacional Agraria La Molina - Lima, posee estudios de Maestría en Suelos en la Universidad Nacional Agraria La Molina y estudios doctorales en la Universidad Nacional Agraria La Molina. Docente universitario con categoría principal, adscrito al departamento Académico de Suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Piura. Hace 26 años, desarrolla trabajos de investigación en fertilidad de suelos, taxonomía de suelo y morfología de suelos en diferentes localidades del Perú. Se desempeña además como consultor externo en temas de fertilidad, taxonomía y morfología de suelos así como estudios de impacto ambiental frente al cambio climático.

Ing. Miguel Galecio Julca MSc.

Ingeniero agrónomo, egresado de la Universidad Nacional de Piura, posee estudios de Maestría en Desarrollo Rural en la Universidad Nacional de Piura y estudios doctorales en Ciencias Agrarias en la Universidad Nacional de Piura. Docente universitario con categoría auxiliar, adscrito al departamento Académico de Suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Piura, ha desarrollado trabajos de investigación en fertilidad de suelos, estrés hídrico en Piura, Jaén, Ayabaca, Huancabamba y Morropón, se desempeña además como consultor externo en temas de fertilidad, manejo de suelos y fortalecimiento de capacidades con metodologías para adultos en recurso suelo y agua.

Ing. Víctor Requena Sullón.

Ingeniero agrónomo, egresado de la Universidad Nacional de Piura. Docente universitario con categoría principal, adscrito al departamento Académico de Suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Piura, donde labora hace 46 años. Cuenta con amplia experiencia en la química agrícola del suelo, análisis agua-suelo-plantas, fertirrigación e hidroponía. Ha desarrollado trabajos de investigación en diferentes zonas de la región; se desempeña además como consultor externo en análisis de suelo, aguas y plantas, brinda servicios de asistencia técnica a productores de la región Piura.

Dr. Manuel Charcape Ravello.

Biólogo, egresado de la Universidad Nacional de Trujillo. Con estudios de Maestría en Administración de flora y fauna silvestre y doctorado en Ciencias Ambientales, Docente universitario con categoría principal, adscrito a la Facultad de Ciencias, escuela de Biología de la Universidad Nacional de Piura. Cuenta con amplia experiencia en investigaciones sobre ecosistemas, flora, fauna biodiversidad, taxonomía de vegetales y huella hídrica. Posee varias publicaciones en revistas científicas de biología a nivel nacional e internacional, además se desempeña como consultor ambiental.

Dr. Roberto Mendoza Rendón.

Ingeniero agrónomo, egresado de la Universidad de la Amistad de los Pueblos en Moscú – ex Unión soviética, con estudios de Maestría en la Universidad Nacional Agraria La Molina – Lima especialidad Mejoramiento Genético de Plantas y Doctorado en el Instituto de Fitotecnia NIVAVILOV- Ex Unión Soviética. Docente universitaria categoría principal, adscrito a la Facultad de Ciencias, Escuela de Biología, de la Universidad Nacional de Piura. Su experiencia laboral y como investigador, la ha desarrollado en la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cuzco (7 años), Universidad Nacional San Agustín de Arequipa (8 años) y UNP desde 1990. Ha desarrollado investigación en valoración de recursos filogenéticos nativos (quinua, quiwicha y papa) e introducidos (arveja, haba), así como en reproducción de semilla de papa por biotecnología. Posee varias publicaciones en revistas científicas de biología y genética de plantas.

Anexo 25. Descripción general del perfil de los agricultores de la microcuenca Los Molinos, Montero- Ayabaca.

Los agricultores encuestados, tienen un hectareaje promedio de 1.2 a 1.5 hectáreas bajo secano y algunos bajo riego, poseen además áreas comunales y temporales que pueden oscilar entre 10 a más hectáreas donde pastorean sus animales. Los suelos son poco protegidos, existe ausencia de análisis de suelos, los principales cultivos son: en el estrato inferior predominan la caña de azúcar, café, cacao, maíz, plátano y pan llevar, en el estrato medio predomina el café, cacao, caña de azúcar, pastos, maíz y plátano, y en el estrato superior predominan papa, haba, olluco, arveja, oca, pasturas y maíz. La fuente de energía para cocinar es la leña que la extrae del bosque primario. Para la ampliación de la frontera agrícola realizan las labores de tumba y quema, por lo que ejercen presión sobre el bosque. Algunos agricultores del estrato inferior cuentan con certificación orgánica en café y cacao, mientras que otros están insertados en el mercado local de Ayabaca; sin embargo el nivel tecnológico es deficiente, no cuentan con maquinaria, no utilizan insumos para la agricultura, la infraestructura de riego es en base a canales algunos revestidos y en general a tajo abierto. Los rendimientos promedio de los principales cultivos son de 12, 000 kg/ha en caña y 10 quintales /ha en café.

Anexo 26. Fotos varias



Foto 1. Equipo de apoyo en Montero



Foto 2. Presencia de Bioturbación



Foto 3. Dr. Mariano Calero (Asesor) e Ing. Miguel Galecio (Colaborador).



Foto 4. Identificación de horizontes



Foto 5. Sr. Teodoro Saavedra Arroyo
Agricultor de la microcuenca Los Molinos.



Foto 6. Sra. Jobina Chuquihuanga Ogoña
Agricultora de la microcuenca Los Molinos.



Foto 7. Trazado de parcelas de 1000m² para conteo e identificación de especies vegetales



Foto 8. Parcelación para práctica de agricultura de secano en Microcuenca Los Molinos, Montero – Ayabaca.



Foto 9. Recolección de material vegetal con prensas de campo.



Foto 10. Equipo de colaboradores y presencia de agricultores que colaboraron en la encuesta.



Foto 11. Zarzamora (*Rubus roseus*)



Foto 12. Verbena (*Verbena officinalis*)



Foto 13. Flor del quinde
(*Streptosolen jamensonii* Miers)



Foto 14. Chilca
(*Baccharis latifolia*)



Foto 15. Lúcumo
(*Pouteria lucuma*)



Foto 16. Nogal
(*Juglans regia*)



Foto 17. Guayabillo
(*Psidium guajava*)



Foto 18. Arrayán
(*Eugenia myrobalana* D. C)



Foto 19. Lanche
(*Eugenia discolor*)

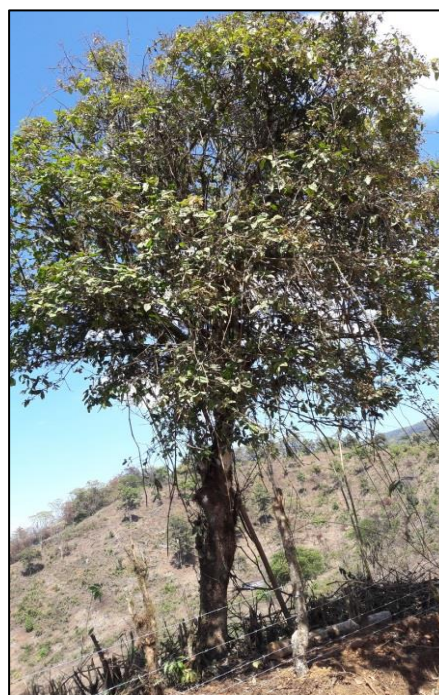


Foto 20. Mosquero
(*Croton* sp)

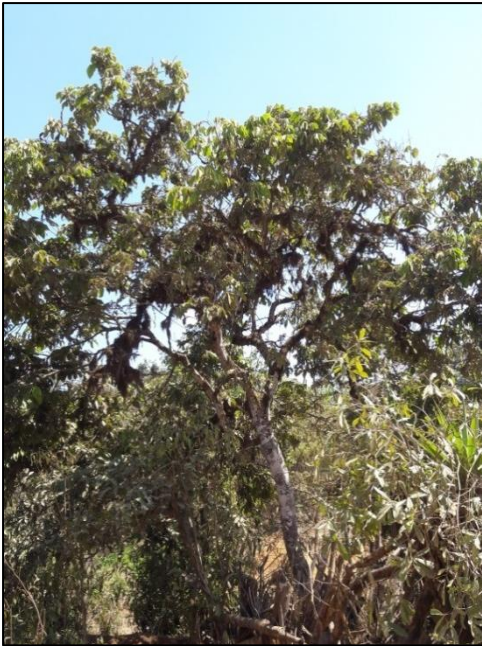


Foto 21. Guaba de zorro
(*Inga densiflora*)

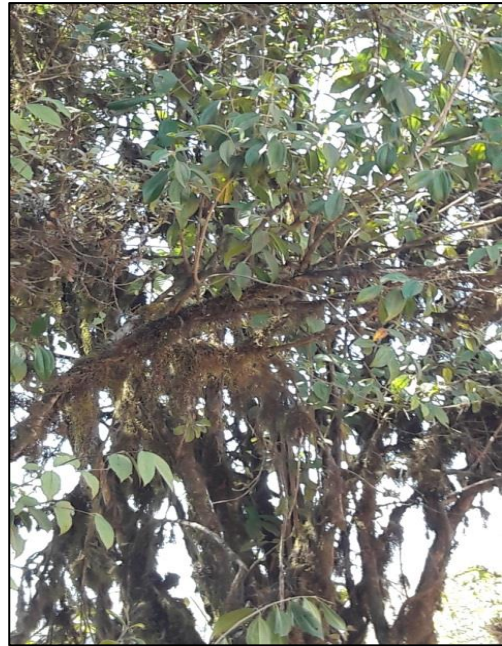


Foto 22. Yutuguero
(*Myrsine minutiflora*)



Foto 23. Gravelleia, falso roble
(*Grevillea robusta*)



Foto 24. Pajul
(*Erythrina edulis* var Triana)

Anexo 27. Glosario de términos

Adaptación

Proceso por el que un animal o un vegetal se acomodan al medio ambiente y a sus cambios.

Biomasa

Suma total de la materia de los seres que viven en un ecosistema determinado, expresada habitualmente en peso estimado por unidad de área o de volumen.

Carbono

Elemento químico sólido y no metálico que se encuentra en todos los compuestos orgánicos y en algunos inorgánicos. En su estado puro se presenta como diamante o grafito. Su símbolo es C y su número atómico, 6.

Conductividad

Propiedad natural de los cuerpos que consiste en transmitir el calor o la electricidad.

Extinción

Desaparición de algo que ha ido reduciéndose gradualmente.

Gas

Fluido que tiende a expandirse indefinidamente y que se caracteriza por su baja densidad, como el aire. Un gas natural es un combustible procedente de formaciones geológicas y compuesto principalmente por metano.

Metano

Es un gas inflamable, cuya fórmula es CH₄. Este gas intensifica el efecto invernadero.

Mineralización

Transformación a una sustancia de las cualidades de un mineral.

Pastoreo

Traslado del ganado al campo y cuidar de ellos mientras pastan.

Precipitación

Agua procedente de la atmosfera y que en forma sólida o líquida se deposita sobre la superficie de la tierra.

Relieve

Conjunto de accidentes geográficos de un país, región, etc.

Los términos descritos anteriormente han sido descritos de acuerdo al contenido en el diccionario ingeniero técnico Word reference (2014).

Anexo 28. Descripción de siglas

ANA. Autoridad Nacional del Agua

BID. Banco Interamericano de Desarrollo

CEPAL. Comisión Económica Para Latinoamérica y el Caribe.

CIUC. Consejo Internacional de Uniones Científicas.

COP. Conferencia de las Partes

CMCC. Convencion Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

CMNUCC. Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático.

CNULD. Convencion De las Naciones Unidas para la Lucha contra la Desertificación.

CUTS. Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura

FAO. Organización para la Alimentación y la Agricultura.

FMAM. Fondo para el Medio Ambiente Mundial.

GCE. Grupo sobre la Conservación de Ecosistemas

GEI. Gases de Efecto Invernadero.

Gt C. Gigatoneladas de Carbono

HFC. Hidrofluorocarbonos.

INEI. Instituto Nacional de Estadística e Informática.

IPCC. Panel Intergubernamental del Cambio Climático.

LASPAF- UNALM. Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

MINAM. Ministerio del Ambiente.

OMM. Organización Meteorológica Mundial.

P2Se. Suelos según su Capacidad de Uso (Clase P2=pastos con calidad agrológica media; sub clase Se= limitaciones por condiciones de suelo y erosión)

PBI. Producto Bruto Interno PFC. Perfluorocarbonos

Pg C. Petagramo (1 billón de tm de Carbono)

PLANAA. Plan Nacional de Acción Medioambiental

PNB. Produccion Neta de Biomasa.

PNE. Produccion Neta del Ecosistema

PNUD. Programa de la Naciones Unidas Para el Desarrollo.

PNUMA. Programa de las Naciones Unidas Para El Medio ambiente.

PPB. Producción Primaria Bruta.

SINAGERD. Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.

SNGA. Sistema Nacional de Gestión Ambiental.

Tg C. Teragramos de CO₂ (equivale a 1 millón de tm de CO₂)

UDEP. Universidad de Piura.

UNALM. Universidad Nacional Agraria La Molina

UNESCO. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

USCUSS. Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura.

UTCUTS. Uso de la Tierra,Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura.